Energy, Mines and Resources Canada
Énergie, Mines et Ressources Canada

Uranium in Canada: 1982 Assessment of Supply and Requirements

Report EP 83-3
September 1983

Canada

Upper: New Brunswick Electric Power Commission's 600 MW CANDU Point Lepreau Nuclear Generating Station began operating in 1982.

- Atomic Energy of Canada Limited.

Lower: The Key Lake uranium project under construction in northern Saskatchewan is scheduled to commence concentrate production in late 1983.

- Saskatchewan Mining Development Corporation.

Energy, Mines and Resources Canada
Énergie, Mines et Ressources Canada

Uranium in Canada 1982 Assessment of Supply and Requirements

REPORT EP 83-3

September 1983

Acknowledgements

The Uranium Resource Appraisal Group is grateful to representatives of the Ontario Ministry of Natural Resources, Saskatchewan Department of Mineral Resources, New Brunswick Department of Natural Resources, Nova Scotia Department of Mines, Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec, and Indian and Northern Affairs Canada for assistance in assessing uranium resources within their respective domains.

Aussi disponible en français

Published under the Authority of
The Minister of Energy, Mines and Resources Canada

Copies available on request from
Communications Branch,
Energy, Mines and Resources Canada,
580 Booth Street,
Ottawa, Ontario K1A 0E4

Minister of Supply and Services Canada 1983
Cat. No. M23-12/83-3
ISBN 0-662-52678-3

CONTENTS

Foreword

Summary

PART ONE. SHORT-TERM PERSPECTIVE

I. SUPPLY — PAGE

a) Supply Sources
Measured, Indicated and Inferred Tonnages 3

b) Uranium Availability
Existing and Committed Operations 11
Additional Production Possibilities 17
Projected Production Capabilities 17

II. REQUIREMENTS

a) Domestic Requirements and Protection 19

b) Domestic and Export Commitments 22

PART TWO. LONGER-TERM PERSPECTIVE

I. SUPPLY

a) Supply Sources 25

Prognosticated Resources 25
Speculative Resources 28
Uranium Exploration Activities 32

b) Uranium Availability 37

II. REQUIREMENTS

a) Outlook for Nuclear Power Growth 39

b) Demands on the Uranium Producing Industry 40

Appendix 1 Canadian Uranium Export Policy 41

Appendix 2 Uranium Resource Appraisal Group (URAG) 42

Appendix 3 Canadian Uranium Resource Assessments - An Historical Review - 43

Appendix 4 Definitions of Resource and Production Terminology 44

References 49

Bibliography 50

FIGURES

		PAGE
Figure 1.	Principal areas in Canada with identified uranium deposits.	5
Figure 2.	Principal uranium deposits in Saskatchewan.	9
Figure 3.	Elliot Lake, Ontario, producing district.	10
Figure 4.	Projected Canadian production capability compared with estimated annual uranium requirements.	19
Figure 5.	Uranium resources in Canada contained in mineable ore (December 31, 1982).	19
Figure 6.	Uranium supply for domestic applications, 1983 situation.	21
Figure 7.	Requirements, supply commitments, and available surplus of uranium, as of December 31, 1982.	21
Figure 8.	Areas in Canada favourable for the occurrence of uranium deposits.	27
Figure 9.	Total coverage of government-sponsored radiometric and geochemical surveys.	31
Figure 10.	Responsiveness of uranium exploration expenditures in Canada to uranium price movements, 1971-82.	36
Figure 11.	Distribution of uranium exploration expenditures in Canada by province or territory, 1976-82.	37
Figure 12.	Nuclear share of electricity generated in selected countries, 1982 and 2000.	40
Figure A-1	Classification scheme for resources of recoverable uranium (Energy, Mines and Resources Canada).	46

TABLES

		PAGE
Table 1.	Estimates of Canada's Uranium Resources Contained in Mineable Ore, 1980, 1982.	6
Table 2.	Estimates of Canada's Uranium Resources Recoverable from Mineable Ore, 1982.	8
Table 3.	Work Force Summary - Canadian Uranium Producing Operations.	14
Table 4a.	Existing and Committed Production Centres, June 1983.	15
b.	Possible Future Uranium Production Centres, June 1983.	16
Table 5.	Estimated Annual Uranium Production Capability from Known Canadian Deposits.	18
Table 6.	Nuclear Power Plants in Canada as of June 1983.	20
Table 7.	Domestic Uranium Requirements.	21
Table 8.	Uranium Under Export Contracts Reviewed Since September 5, 1974.	23
Table 9.	Exports of Uranium of Canadian Origin in 1982.	24
Table 10.	Estimates of Canada's Prognosticated Resources of Uranium Contained in Mineable Ore, 1982.	26
Table 11.	Total Expenditures and Coverage of Government-Sponsored Radiometric and Geochemical Surveys.	30
Table 12.	Uranium Exploration Drilling and Surface Development Drilling Activity in Canada, by Province or Territory, 1980, 1981 and 1982.	34
Table 13.	Uranium Exploration Expenditures in Canada by Province or Territory, 1980, 1981 and 1982.	35
Table 14.	Illustrative Long-Term Production Capability From Known Canadian Deposits.	38

FOREWORD

In 1974 the Minister of Energy, Mines and Resources (EMR) established a Uranium Resource Appraisal Group (URAG) within EMR to audit annually Canada's uranium resources for the purpose of implementing the federal government's uranium export policy. The objectives of this policy, the composition and mandate of URAG, and background on EMR's uranium resource assessment activities are described in Appendices 1, 2 and 3, respectively.

This report is the eighth in a series that has been published regularly to present the results of the URAG assessments. The first seven reports (1974 through 1980), were released on an annual basis. This eighth report, the 1982 assessment, marks the beginning of the biennial publishing schedule. Selected results of the interim (1981) assessment have been included in this report to maintain continuity.

The report is divided into two parts. Part One reviews Canada's uranium supply capabilities and requirements for the next 10- to 12-year period (i.e., the short term). Part Two provides a longer-term perspective, beyond 1995, reviewing possible rates of depletion from identified deposits, the potential for additional discoveries, and the level of exploration effort that is being expended toward realizing this potential. A familiarity with the resource and production terminology, as defined in Appendix 4, is essential to a proper understanding of the data presented in the report.

SUMMARY

Since the Uranium Resource Appraisal Group's (URAG) assessments of the late 1970s, the economic conditions facing the uranium industry have changed greatly. Production costs have continued to increase without corresponding increases in uranium prices. An examination of the impact of these economic changes on Canada's uranium resource base has revealed that a significant portion of Canada's previously assessed uranium resources is now of less immediate economic interest.

URAG subdivides its resource estimates into different levels of economic exploitability using uranium price categories. In its 1982 assessment, a third (higher) price category was introduced as part of the economic reassessment; the three price ranges used were: (A) $115/kg U or less, (B) from $115 to $170/kg U and (C) from $170 to $340/kg U (Canadian dollars). Results are shown below for the three principal resource categories.

Principal Resource Categories	Tonnes U* contained in mineable ore	
	(A plus B)	(C)
Measured	36 000	28 000
Indicated	159 000	46 000
Inferred	241 000	63 000

Only the resources mineable at prices of $170/kg U or less, that is, within the lower two price ranges (A plus B), are used for the purpose of ensuring that sufficient uranium is reserved to meet domestic requirements. Estimated resources mineable at uranium prices between $170 and $340/kg U (price range C) are not expected to be of economic interest before the 1990s.

Resource estimates in the indicated and inferred categories are, by definition, less reliable than those for the measured category; thus for the purpose of comparing resource levels with expected domestic requirements, weighting factors of 1.0, 0.8 and 0.7 are applied to each producer's tonnage in the measured, indicated and inferred categories (A plus B), respectively. Individual mill recovery factors are also applied to arrive at each producer's "adjusted recoverable reserve".

Of the "total adjusted recoverable reserves" summed for all Canadian uranium producers marketing uranium, about 26 per cent will be needed to provide the 30-year fuelling requirements of 62 000 tU for the 15 087 megawatts (MWe) of nuclear power capacity now operating in Canada or committed for operation by 1993. No additional capacity is planned for this period.

---

* One metric ton (tonne) of elemental uranium (U), written as tU, is equivalent in terms of uranium content to 1.2999 short tons of uranium oxide (U_3O_8).

In 1982, Canada's seven primary uranium producers employed 4 800 people at their mining and milling operations, and produced concentrates containing some 8 075 tU. Based on existing and committed production centres, Canada's projected annual primary uranium production capability will grow from 7 500 tU in 1983 to some 12 000 tU by the late 1980s. Should market conditions warrant, additional production centres could be developed that could raise production capability to a level of 15 000 tU by the early 1990s.

This report also contains estimates of prognosticated resources associated with known uranium deposits, and of speculative resources thought to exist in virgin areas or in areas where only uranium occurrences are known. Prognosticated resources mineable at uranium prices of $340/kg U or less are estimated to contain 468 000 tU, about the same total as that reported in 1980. Speculative resources mineable at prices of $340/kg U or less, in areas assessed during 1982, are thought to contain between 1.2 to 1.4 million tU.

Uranium exploration expenditures in Canada in 1981 and 1982 were an estimated $102 and $71 million, respectively, down markedly from the $128 million reported for 1980. Exploration drilling and surface development drilling in 1981 and 1982 were reported to be 359 000 and 247 000 m, respectively, some 85 per cent of which was in Saskatchewan.

It is evident from URAG's 1982 assessment, that Canada's identified uranium resources, mineable at uranium prices of $170/kg U or less, are more than sufficient to meet the 30-year fuelling requirements of those reactors that are either existing, committed or expected to be in-service by 1993. It follows that a substantial portion of Canada's identified uranium resources, mineable within the same price range, are surplus to Canadian needs and thus available for export.

Over the longer term, it is clear that there is significant potential for discovering additional uranium resources in Canada. Given the incentive of an increasing demand for uranium, a substantial portion of these resources will no doubt be developed. In view of its current production capabilities and its potential for additional uranium discoveries, there is every reason to be confident that Canada can continue to supply its domestic needs, while maintaining its leading role in the world uranium market.

PART ONE. SHORT-TERM PERSPECTIVE

I. SUPPLY

a) Supply Sources

Measured, Indicated and Inferred Tonnages

With the deterioration of the uranium market that has occurred since late 1979, it became apparent that a prolonged period of low prices could materially alter the economic attractiveness of Canada's uranium resource base. During the interim assessment year of 1981, considerable effort was made by the Uranium Resource Appraisal Group (URAG) to examine the impact of rising production costs and low prices on uranium deposits in the established producing areas. This effort included the development of new resource assessment methodologies e.g., computerized multiple cut-off grade evaluations, as well as the formal establishment of a third (higher) price category to provide an inventory of uranium resources that may not be of economic interest before uranium prices recover. The overall result of these efforts has contributed to an economic recategorization of much of Canada's existing uranium resource base.

The terminology and definitions employed by Energy, Mines and Resources Canada (EMR), and their relationship to the internationally used terms and definitions established by the Nuclear Energy Agency (NEA) of the Organization for Co-operation and Development (OECD) and the International Atomic Energy Agency (IAEA), are outlined in Appendix 4.

For policy purposes, i.e., for ensuring that sufficient uranium is reserved to meet domestic requirements, only uranium resources in the measured, indicated and inferred categories are considered by EMR; estimates of 1982 resources in these three categories are presented in Table 1. For comparison, the results of the 1980 assessment are also indicated.(1) The bulk of these resources are associated with deposits in areas identified in Figure 1. The 1982 assessment of Canada's uranium resources, conducted by URAG commencing in December 1982, was done using three price ranges. The lower price range (A) was limited by the uranium market price estimated in Canadian dollars at $115/kg U in December 1982, when most of the data for the assessment were gathered; the second range (B) spanned the $115 to $170/kg U interval. The third price range (C), representing estimates of resources mineable at uranium prices between $170 and $340/kg U, was not included for the purpose of determining whether resource levels are sufficient to meet domestic requirements. All quantities are reported in tonnes of elemental uranium, consistent with international practice. Prices are given in Canadian dollars/kg U*.

The price of $115/kg U, which defines the limit of the A price category, was the weighted average price for 1982 under all export contracts made by Canadian producers for deliveries in 1982. Spot sales, accounting for about one per cent of total export sales, were included although litigation settlements were not. Tonnages assigned to the A price category, therefore, provide a measure of those Canadian uranium resources that were of economic significance as of the date of the assessment.

---

* $1/lb U_3O_8 = $2.6/kg U.

In comparing the 1982 revisions of Canada's mineable uranium resources with the 1980 resource assessment (see Table 1), the most significant change to note is the shift of resources from the lower price categories into the new higher price category. The major factor contributing to this change was the continued increase in production costs without corresponding increases in uranium price levels, which necessitated the adoption by URAG of higher cut-off grades for resource assessment at some properties. The overall result was a reduction in the level of resources that are of economic interest in the immediate and near term. Also of importance in the case of certain properties was the assumption of greater mining thicknesses, in recognition of the continued shift to more mechanized mining methods, and the application of modified assessment techniques.

The significance of these factors can be appreciated by either including or excluding the C price category in comparing the 1982 and 1980 assessment results. If the C price category is considered, one sees a decrease in measured resources of some 12 per cent, an increase in indicated resources of 11 per cent, and a decline in inferred resources of 4 per cent; if ignored, one then sees decreases in measured, indicated and inferred resources of 51, 14 and 23 per cent, respectively.

As of the end of 1982, the sum of measured, indicated and inferred resources considered mineable at prices of $340/kg U or less is 573 000 tU; this is the same as the comparable 1980 sum of resources considered mineable at prices of $200/kg U or less, despite production of some 15 800 tU in 1981 and 1982.

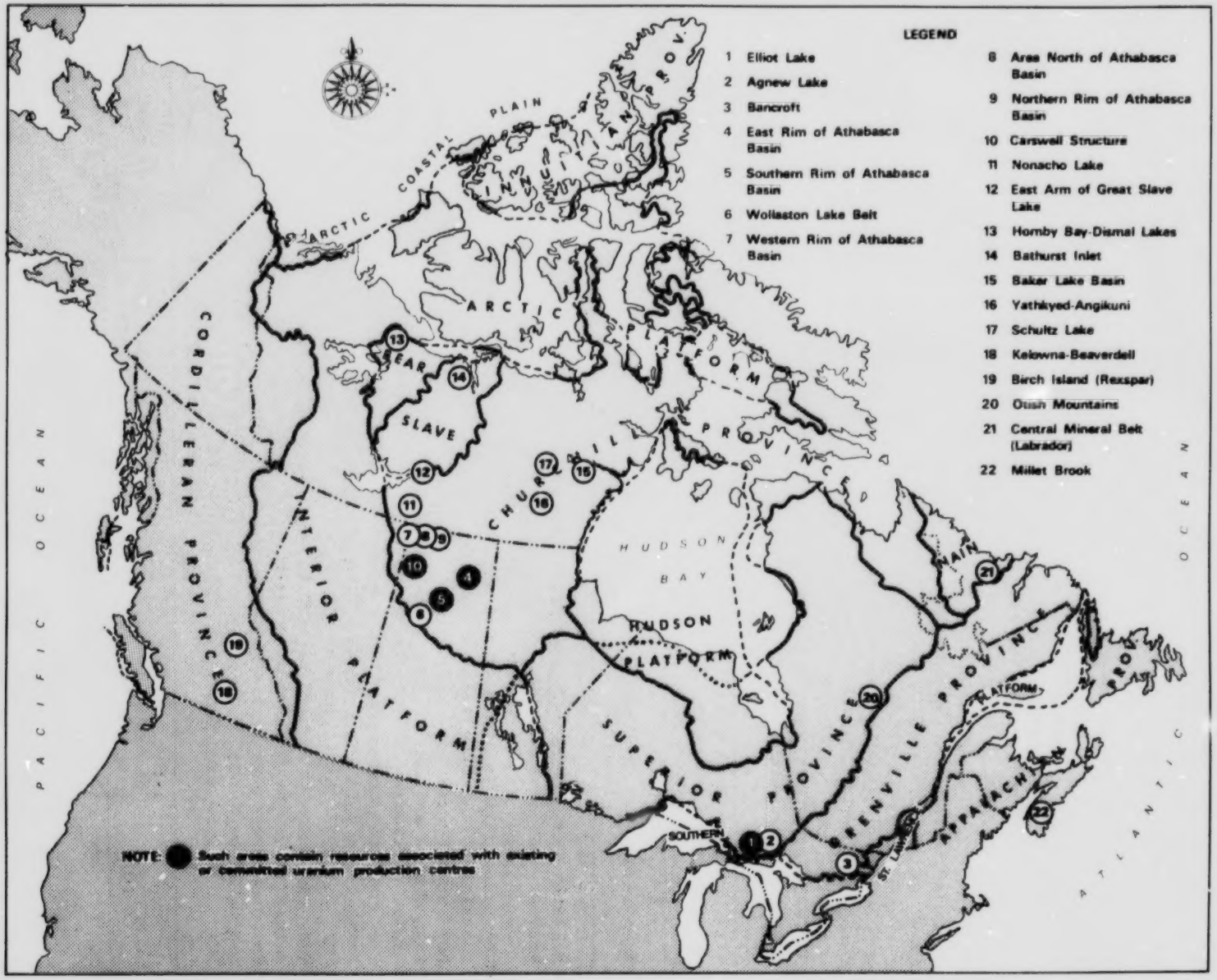


Figure 1. Principal areas in Canada with identified uranium deposits.

TABLE 1

Estimates of Canada's Uranium Resources Contained in Mineable Ore [a]

Price ranges within which mineable ore is assessed[b]	Measured		Indicated		Inferred	
			(000 tonnes U)			
	1982[c]	1980[d]	1982[c]	1980[d]	1982[c]	1980[d]
A	35	[67]	150	[163]	191	[214]
B	1	[6]	9	[22]	50	[101]
A + B	36	[73]	159	[185]	241	[315]
C	28	NA	46	NA	63	NA
A + B + C	64	-	205	-	304	-

a) Milling losses have not been deducted; uranium recoverable from such ore will be less (see text).

b) The price figures reflect the price of a quantity of uranium concentrate containing 1 kg of elemental uranium. The prices were used in determining the cut-off grade at each deposit assessed, taking into account the mining method used and the milling losses expected.

c) For the 1982 assessment, the price ranges were (A) $115/kg U or less, (B) between $115 and $170/kg U, and (C) between $170 and $340/kg U.

d) The [bracketed] figures are from the 1980 assessment, in which price ranges were (A) $135/kg U or less, and (B) between $135 and $200/kg U. Resources were not assessed in a higher (C) price category in 1980 and are indicated by NA.

For categorization by price level (i.e., level of economic exploitability), cut-off grades are chosen that cover all costs of production after due consideration of processing losses, plus any required forward capital costs. The difference between the cut-off grade and the average grade of the resources for each individual deposit is then examined to determine if the difference is sufficient to carry such items as taxes and royalties, head-office overhead, forward exploration and development costs, and an acceptable rate of return on invested capital (i.e., costs associated with the use of capital). If the difference between the chosen cut-off grade and the average grade is judged sufficient, the tonnage is taken to be mineable at a price below the stated limit.

It should be noted that some low grade resources were assigned to a price category higher than C, as they would only be considered as mineable at uranium prices exceeding $340/kg U. However, the tonnages involved are not significant.

The resource estimates shown in Table 1 are expressed in terms of quantities of uranium contained in mineable ore. In underground operations, mineable ore is generally 75 to 85 per cent of the ore-in-place; as a rule, higher mining recoveries are achievable in open-pit operations.

It is important to note the distinction between uranium contained in mineable ore and uranium recoverable from such ore. While ore processing losses were taken into account in the determination of the cut-off grades, the resource tonnages reported in Table 1 represent quantities of uranium contained in mineable ore, in conformance with the traditional method of reporting metal resources. Processing recoveries are normally high, ranging from 85 to 96 per cent in Canada. The 1982 weighted average mill recovery of Canada's existing conventional uranium operations was 93 per cent.

As part of an effort to achieve comparability of uranium resource estimates at the international level, estimates of Canada's uranium resources in terms of uranium recoverable from mineable ore were prepared for inclusion in the current NEA/IAEA assessment of world uranium supply, scheduled to be published in December 1983.(2) Table 2, reflecting the application of the appropriate mill recovery factors, expresses Canada's uranium resources in terms of tonnages of recoverable uranium.

In developing the recoverable resource figures shown in Table 2, actual or expected ore processing recovery factors were individually applied to resources that are tributary to existing and committed production centres. For the remaining resources, estimated ore processing recovery factors were applied which varied depending on grade and actual experience with similar deposits.

Of the total resources in all three categories (measured, indicated and inferred), about 52 per cent is in Ontario and 42 per cent in Saskatchewan. Distributions quoted in the 1980 assessment were 63 and 31 per cent, respectively. The provincial redistribution is largely the result of the re-evaluation of the principal deposits in Elliot Lake, Ontario, and in northern Saskatchewan, and illustrates the continuing increase in the relative importance of Saskatchewan resources that has developed since the early 1970s.

TABLE 2

1982 Estimates of Canada's Uranium Resources Recoverable from Mineable Ore [a)]

Price ranges within which mineable ore is assessed[b)]	Measured	Indicated	Inferred
		(000 tonnes U)	
A	32	144	181
B	1	8	48
A + B	33	152	229
C	26	43	58
A + B + C	59	195	287

a) Expected ore processing losses have been deducted from the uranium content of the mineable ore.

b) For the 1982 assessment the price ranges were (A) $115/kg U or less, (B) between $115 and $170/kg U, and (C) between $170 and $340/kg U.

About half of Canada's uranium resources in the measured, indicated and inferred categories occurs in quartz-pebble conglomerates, primarily in the Elliot Lake area of Ontario, representing a decline in relative importance since the 1980 assessment. Average grades of these deposits generally range from 0.05 to 0.10 per cent uranium. Because of these low grades it is not surprising that a major portion of Canada's total measured, indicated and inferred resources in the C price category is attributable to conglomeratic-type deposits.

Most of the remaining resources in the measured, indicated and inferred categories occur in unconformity-related type deposits, primarily in northern Saskatchewan. The majority of unconformity-related type deposits are of relatively simple mineralogy, with grades typically in the range of 0.2 to 0.6 per cent uranium. A number of Saskatchewan's unconformity-related type deposits exhibit more complex mineralogy and can grade as high as 40 or 50 per cent uranium in individual samples; however, they generally average between 2 and 5 per cent uranium.

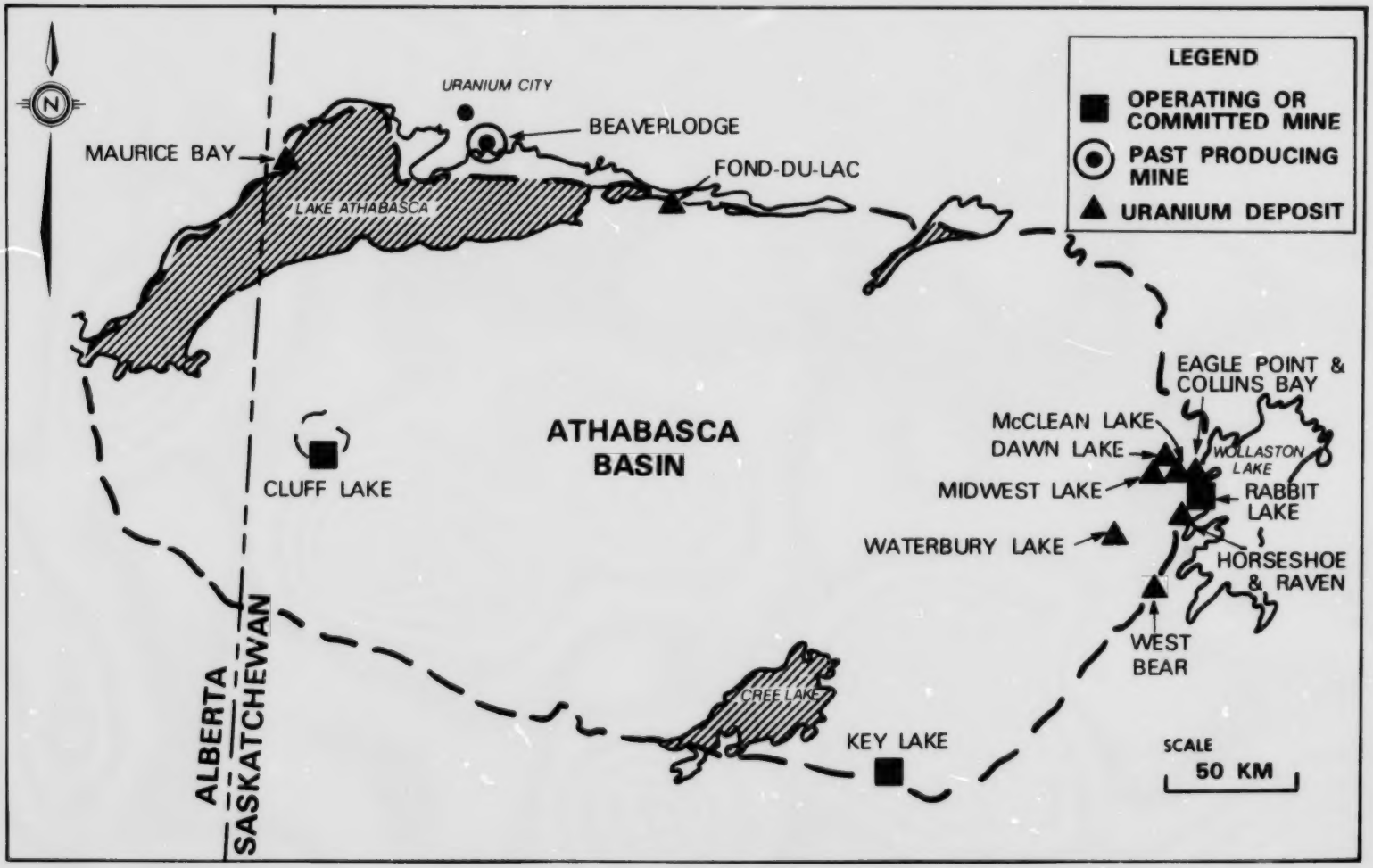


Figure 2. Principal uranium deposits in Saskatchewan.

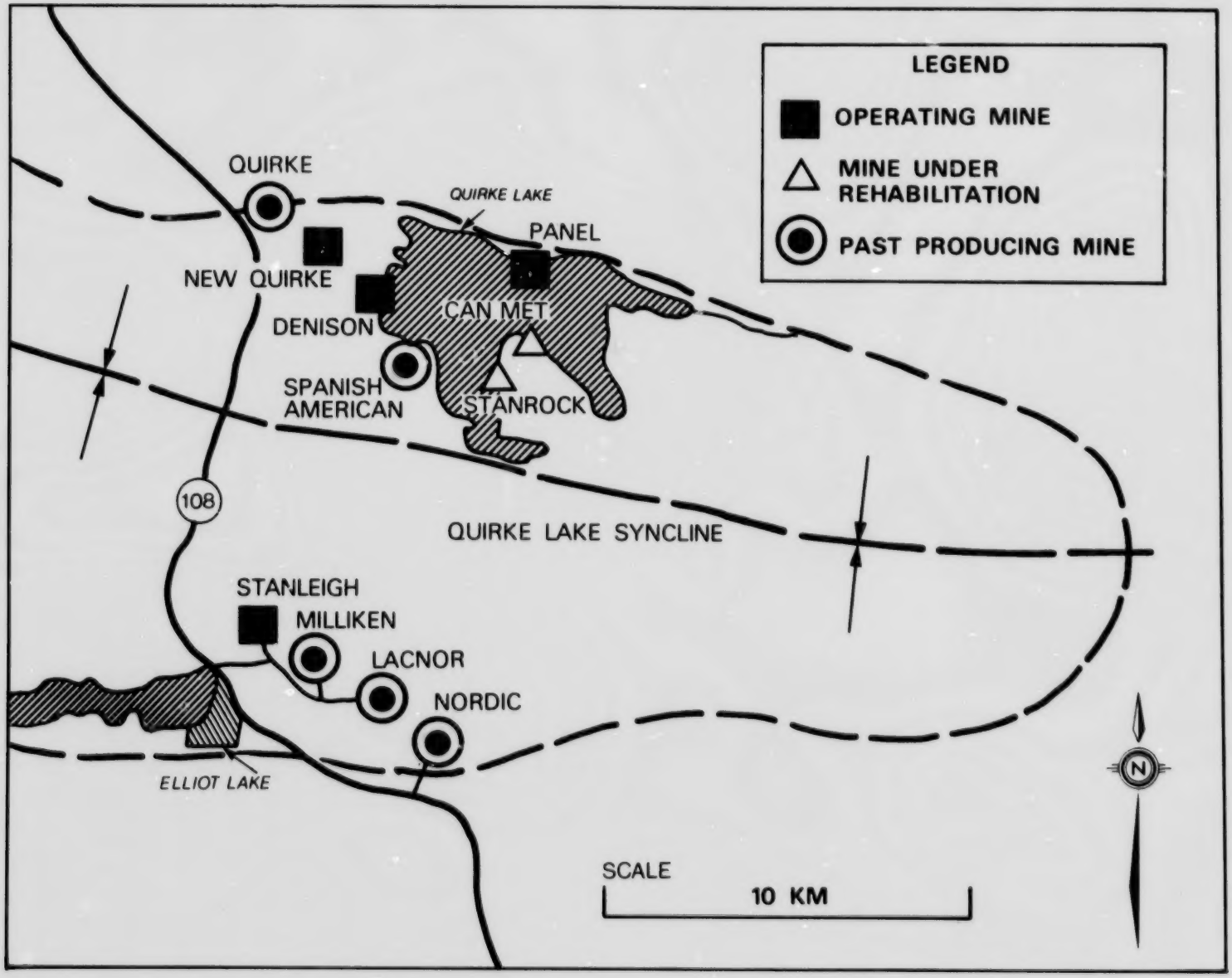


Figure 3. Elliot Lake, Ontario, Producing District

b) Uranium Availability

Existing and Committed Operations

In January 1982, Canada had seven primary uranium producers: Denison Mines Limited, Rio Algom Limited, Madawaska Mines Limited, Eldorado Nuclear Limited, Cluff Mining (Amok Ltd./Saskatchewan Mining Development Corporation - partnership), Gulf Minerals Canada Limited/Uranerz Canada Limited (Rabbit Lake joint operation) and Agnew Lake Mines Limited. The first four operated underground mines, the fifth and sixth produced from open-pits and the seventh used underground and surface heap-leaching techniques. At mid-year, however, Eldorado and Madawaska ceased production. ESI Resources Limited, which began uranium recovery as a by-product of phosphoric acid production late in 1980, remained idle throughout 1982.(3)

Production from the primary uranium producers amounted to 8 075 tU in 1982, as compared to 7 722 tU in 1981, and 7 152 tU in 1980. Preliminary estimates of 1982 shipments of uranium made by these producers amounted to 8 189 tU, valued at $815 million, as compared with final shipments of 7 507 tU in 1981 valued at $794 million, and 6 739 tU in 1980 valued at $702 million.

In 1982, some 63 per cent of Canada's total uranium production came from the four producers in Ontario, and the balance from the three producers in Saskatchewan. The current status of these existing operations, as well as the status of new developments that will contribute to increases in Canada's uranium production, are described as follows.

Planned production levels were met during 1982 at the Elliot Lake, Ontario, operation of Denison Mines Limited. Throughput at the ore processing plant, which has a capacity of 13 600 t of ore a day (t/d), averaged 10 645 t/d during the year. A production record was achieved as uranium output increased by 29 per cent over the 1981 level. Underground development at Denison's adjoining Stanrock/Can-Met properties, which will supplement feed to the ore processing plant, progressed on schedule with completion expected by 1985. In June, the first deliveries of ore were received from these rehabilitated areas.

During the year, Denison conducted tests on in-place leaching of lower grade ore at the mining face. In October, some 70 000 t of underground stockpiled ore were brought under spray and trickle leach. More extensive testing was planned for 1983, with the hope of demonstrating the feasibility of a large-scale, underground, in-place leaching operation. If test results continue to be positive, it is expected that in-place leaching could eventually account for a significant percentage of the company's overall output.

At Rio Algom Limited's Elliot Lake facilities, uranium production at the 2 990 t/d Panel operation exceeded that of 1981, although output at the 6 350 t/d Quirke operation decreased slightly. Deliveries to customers from the Panel and Quirke operations totalled some 2 412 tU. Among the factors that affected production levels in 1982 were the decision to extend the normal vacation shutdowns in the third quarter, the reported decline in the grade of ore mined, and the planned reduction in output at Quirke to more closely match production with deliveries to be made under existing contracts.

The rehabilitation of Rio Algom's Stanleigh property progressed on schedule and within budget. To the end of the first quarter of 1982, some $243 million had been spent or committed at Stanleigh; total reported capital cost of the rehabilitation is $385 million. Concentrate production at the 4 540 t/d capacity mill commenced in July 1983; by March 1984 ore throughput should reach 3 855 t/d, the rate planned to satisfy contracted quantities over the near term. Ontario Hydro is financing the project and purchasing its total output.

Madawaska Mines Limited was advised in March 1982 that its long-term sales contract with the Italian state-owned agency AGIP S.p.A. would be terminated. AGIP agreed to accept concentrates until the June 30th contract termination date, and to provide funds to assist in defraying the mining suspension costs should operations be phased out. Production continued to early July 1982, at which time all mining and milling operations ceased. The Bancroft, Ontario, facility will be maintained in standby condition pending an improvement in the uranium market.

At the salvage-leaching operation of Agnew Lake Mines Limited, 90 km east of Elliot Lake, environmental programs preparatory to final shutdown progressed satisfactorily through 1982, the major effort being the disposal of the surface stockpile to the tailings area. In November, it was decided that the operation was no longer economic and that the leach solution from the underground stopes would be drained in preparation for the closure of the mine. Operations ceased in March 1983 pending final approval from government regulatory agencies for the ultimate close-out of the operation.

Eldorado Nuclear Limited closed its Beaverlodge mine near Uranium City, Saskatchewan, on June 30, 1982, after more than 30 years of production. The mill remained in operation until October to complete the processing of uranium-bearing material still in the circuit inventory; mill throughput averaged 945 t/d during the year. A workforce of 110 remained on site to complete the salvage and reclamation (decommissioning) programs, as approved by federal and Saskatchewan regulatory agencies.

On October 1, 1982, Eldorado announced the conclusion of the purchase of all shares of Gulf Minerals Canada Limited and Uranerz Canada Limited in exchange for approximately 4 000 tU from Eldorado's inventory. With the acquisition of both companies' interests, Eldorado became the sole owner of the Rabbit Lake complex - held previously by Gulf companies (51 per cent) and Uranerz (49 per cent) - and of significant uranium resources tributary to it. In December, Eldorado Nuclear Limited underwent a corporate restructuring; operations at Rabbit Lake will continue under the name Eldor Mines, a division of the newly formed Eldorado Resources Limited.

Mining was temporarily suspended between June and October 1982 at the Rabbit Lake open pit. Ore stockpiles are sufficient to provide feed to the mill until 1985. Uranium output from the mill exceeded that of 1981. In late March 1983, a surface lease agreement was signed with the Saskatchewan government, permitting Eldor to proceed with the development of the nearby Collins Bay "B" orebody in order to maintain throughput at the 1 500 t/d capacity Rabbit Lake mill. Development of the "B" zone, and subsequently the Collins Bay "A" and "D" zone resources, would extend the life of the Rabbit Lake mill well into the 1990s.

At the northern Saskatchewan operation of Cluff Mining, owned 80 per cent by Amok Ltd. and 20 per cent by Saskatchewan Mining Development Corporation (SMDC), production from stockpiled ore during the year was close to the nominal Phase I capacity of 1 500 tU/year. In Phase I, the mining and stockpiling of the 5 000 tU "D" orebody occurred between June 1980 and October 1981. The processing of "D" material is expected to continue until mid-1984.

During 1982 Cluff Mining obtained approval to complete a small experimental surface mining operation on the Claude orebody to verify ore grade and to optimize the mining method planned for Phase II. Environmental approval was received for Phase II in July 1983, and will permit Cluff Mining to proceed with the development of the other, nearby, lower-grade deposits. Available for exploitation are the Claude, O-P and NRF deposits. Some $100 million will be spent on Phase II from 1983 to 1985 and will provide for a major mill expansion (to some 800 t/d) to handle the increased tonnages of lower-grade ores.

Stripping of the Gaertner deposit by Key Lake Mining Corporation (KLMC)* proceeded ahead of schedule at Key Lake in north-central Saskatchewan. Removal of the sandy overburden was completed during 1982, allowing the stripping of the cobble ore above the orebody proper to begin. By mid-1982, over 85 per cent of the engineering work at the construction site had been completed and all equipment had been purchased. Despite a three-month strike by five trade unions during the summer, site construction remained on schedule; the mill complex was more than 50 per cent complete by December. First production from the 700 t/d capacity mill was expected in October 1983, with full production possible by mid-1984. Stripping operations at the Deilmann deposit are planned for the mid-1980s in anticipation of resource depletion at the Gaertner deposit around 1990.

In late October 1981, ESI Resources Limited, a wholly-owned subsidiary of Earth Sciences Inc. of Golden, Colorado, ceased full-scale operations at its Calgary, Alberta, byproduct uranium facility; uranium had been recovered from phosphoric acid produced at an adjacent plant operated by Western Co-operative Fertilizers Limited. To the end of 1981, some 12 tU had reportedly been produced. Since this uranium was extracted from phosphate rock imported from the United States for delivery to United States customers, it is not included in Canadian production totals. Production was expected to recommence in late 1983 at a rate of some 45 tU annually, following plant modifications.

As shown in Table 3, the work force at Canada's producing uranium operations as of December 1982 totalled some 4 800 employees. Of this total, about 1 840 worked in the mines, both open-pit and underground, and some 647 in the mills, with the balance described as general employees; head-office and construction-related employment is not included. Compared with the 1980 total of some 6 000 employees, the 1982 figures reveal that roughly 1 200 jobs were lost, primarily as a result of the cessation of production at Madawaska and Beaverlodge, and the phasing out of operations at Agnew Lake.

As of early 1983, there were eight uranium production centres, either existing or committed in Canada. The key operational and capacity data for these centres are summarized in Table 4a.

---

* The KLMC venture is jointly owned by SMDC (one-half), Uranerz Exploration and Mining Limited (one-third), and Eldor Resources Limited (wholly-owned by Eldorado Nuclear Limited, one-sixth).

TABLE 3

Work Force Summary — Canadian Uranium Producing Operations

(December 31, 1982)

Company name (mine name)	Total number of employees (mine, mill, general)
Agnew Lake Mines Limited	53
Cluff Mining (Amok Ltd./SMDC)	304
Denison Mines Limited	2 027
Eldorado Nuclear Limited (Beaverlodge)	120
Gulf Minerals Canada Limited/ Uranerz Canada Limited (Rabbit Lake)*	330
Madawaska Mines Limited (Faraday)	9
Rio Algom Limited (Panel)	713
(Quirke)	1 271
Total - All producers	4 827

* Acquired by Eldorado Nuclear Limited (see text).

TABLE 4a

Existing and Committed Production Centres, June 1983

Company name and plant location	Start-up date	Deposit type[a] and mining method[b]	Ore Processing Plant: Method[c] and recovery[d] Per Cent	Ore Processing Plant: Nominal Daily ore capacity	Ore Processing Plant: Annual production rate[e]
				(tonnes)	(tonnes U)
A. EXISTING					
Cluff Mining- Phase I (Amok Ltd./SMDC) Cluff Lake, Sask.	1980	Ucon/OP/UG	AL/DP/93	<100	1 469
Denison Mines Ltd. Elliot Lake, Ont.	1957	Cong/UG	AL/IX/91	13 610	2 359
Eldorado Resources Ltd. Rabbit Lake, Sask.	1975	Ucon/OP	AL/SX/94	1 500	1 210
Madawaska Mines Ltd. Bancroft, Ont.	stand-by[f]	Peg/UG	AL/IX/95	1 360	153
Rio Algom Ltd. Elliot Lake, Ont.					
a) Quirke mill	1968[g]	Cong/UG	AL/IX/94	6 350	1 672
b) Panel mill	1979[h]	Cong/UG	AL/IX/94	2 990	865
B. COMMITTED					
Key Lake Mining Corp. Key Lake, Sask.	1983	Ucon/OP	AL^2/SX/97	500-700	3 100-4 600
Rio Algom Ltd. Elliot Lake, Ont. Stanleigh mill	1983[i]	Cong/UG	AL/IX/..	4 540	..

n.a. not applicable; .. data not available.

a) Deposit Types: Conglomeratic (Cong), unconformity-related (Ucon), pegmatitic (Peg).
b) Mining Methods: Underground (UG), open-pit (OP).
c) Ore Processing Methods: Acid-leaching (AL), two-stage acid-leaching (AL^2), ion exchange (IX), direct precipitation (DP), solvent extraction (SX); for details, see "Uranium Extraction Technology", NEA/IAEA, Paris, 1983.
d) Processing Recoveries: 1982 production data or planned for Key Lake.
e) Actual 1982 production or planned for Key Lake.
f) Produced from 1957 to 1964, then rehabilitated for start-up in 1976.
g) Operated from 1956 to 1961 (old Quirke mine), then rehabilitated for production from New Quirke mine.
h) Produced from 1958 to 1961, then rehabilitated.
i) Produced from 1958 to 1961, being rehabilitated.

TABLE 4b

Possible Future Uranium Production Centres, June 1983

Project and property location	Operating company	Deposit type
A. ONTARIO		
Milliken/Lacnor/Nordic Project, Elliot Lake, Ont.	Rio Algom Limited	Conglomeratic
B. SASKATCHEWAN		
Dawn Lake Project, Dawn Lake, Sask.	Saskatchewan Mining Development Corporation	Unconformity -related
McClean Lake Project, McClean Lake, Sask.	Canadian Occidental Petroleum Limited	Unconformity -related
Midwest Lake Project, Midwest Lake, Sask.	Canada Wide Mines Ltd.	Unconformity -related
Waterbury Lake Project, Waterbury Lake, Sask.	SERU Nuclear (Canada) Limited	Unconformity -related
C. OTHERS		
Birch Island Project, Birch Island, B.C.	Consolidated Rexspar Minerals and Chemicals Limited	Volcanogenic
Blizzard Project, Beaverdell, B.C.	Norcen Energy Resources Limited	Sandstone
Kitts-Michelin Project, Makkovik, Nfld.	Brinco Limited	Vein and Volcanogenic
Lone Gull Project, near Baker Lake, N.W.T.	Urangesellschaft Canada Limited	Unconformity -related

Additional Production Possibilities

In addition to the existing and committed operations summarized in Table 4a and described above, there are several projects in various stages of development that could become sources of uranium production before 1995, should market conditions warrant.[3] These projects are summarized in Table 4b.

Development work at a number of these projects has been deferred pending an improvement in the uranium market (e.g., Milliken/Lacnor/Nordic, Midwest Lake, and Kitts-Michelin), and work at the two British Columbia projects (i.e., Birch Island and Blizzard) was suspended in early 1980 due to the imposition of a 7-year moratorium on uranium exploration and mining by the provincial government.

However, exploration drilling and/or feasibility studies continued during 1981 and 1982, on several other projects (e.g., Dawn Lake, McClean Lake, Waterbury Lake and Lone Gull), but no firm plans for production have been made. A significant increase in reserves was announced by the operator (Asamera Inc. until mid-1982) of the Dawn Lake project, and a new discovery was announced by Canadian Occidental Petroleum Limited near its McClean Lake deposit. Of particular significance was the announcement by SERU Nuclear (Canada) Limited in early 1983 of its discovery at Waterbury Lake (see section on Uranium Exploration Activities). It can be anticipated that a number of these projects will eventually reach the production stage.

Projected Production Capabilities

To provide an illustration of uranium availability in the short term, two projections of Canadian production capability to 1995 were made, as shown in Table 5 and illustrated in Figure 4. The Low Scenario can be characterized as an illustration of <u>firm</u> production capability. It is based on existing and committed production centres only (i.e., those listed in Table 4a), but excludes one operation that is on standby. The projection assumes levels of production that can be practically and realistically achieved, under favourable circumstances. Only resources in the measured, indicated and inferred categories, in the A plus B price range (i.e., mineable at uranium prices of $170/kg U or less), were incorporated into the projection. The lives of these production centres could be extended, in certain cases, by the exploitation of associated higher-priced resources, or through additions of resources in the A plus B price range resulting from continued exploration and development work.

The High Scenario provides an illustration of an additional level of production capability that could be developed, assuming the availability of markets. In addition to those production centres in the Low Scenario, this higher scenario incorporates new production centres, selected from projects listed in Table 4b, where resources associated with the projects are judged to be of sufficient size and quality to support a viable producing operation. As in the Low Scenario, only resources in the measured, indicated and inferred categories, in the A plus B price range (i.e., mineable at uranium prices of $170/kg U or less), were considered. It was assumed that these production centres could be developed with lead-times that are consistent with recent experience.

Neither scenario is intended to represent a projection of actual production. Rather, they are intended to illustrate a range of production levels that could be supported by known deposits, given

favourable developments in the uranium market. Clearly the Low Scenario is the more conservative, being based on existing and committed operations. Actual levels of production from these centres will depend on a number of operational variables, and could be different from the capabilities projected. Should market conditions improve, the higher, more optimistic scenario illustrates a level of production that could be practically and realistically achieved.

TABLE 5

Estimated Annual Uranium Production Capability From Known Canadian Deposits (as of June 1983)

Year	Tonnes U contained in concentrates	
	Low Scenario*	High Scenario**
1982	8 075 (actual)	8 075
1983	7 500	7 500
1984	10 500	11 000
1985	11 500	12 000
1986	12 000	12 500
1987	12 200	13 000
1988	12 200	13 000
1989	12 100	13 000
1990	12 100	13 500
1991	12 000	14 700
1992	11 700	14 900
1993	11 500	15 400
1994	11 000	15 000
1995	9 900	14 200

* Projection based on existing and committed production centres only; certain expansions at existing production centres are deferred and standby operations are excluded; output derived from resources currently mineable at a uranium price of $170/kg U or less.

** Projection based on existing, committed and selected uncommitted production centres including those on standby; output derived from resources currently mineable at a uranium price of $170/kg U or less.

Figure 4.

Canadian Uranium Production Capability Compared with Estimated Domestic Requirements

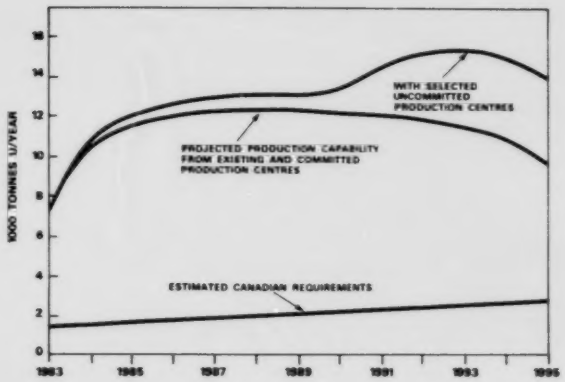


Figure 5

Uranium Resources in Canada Contained in Mineable Ore (December 31, 1982)

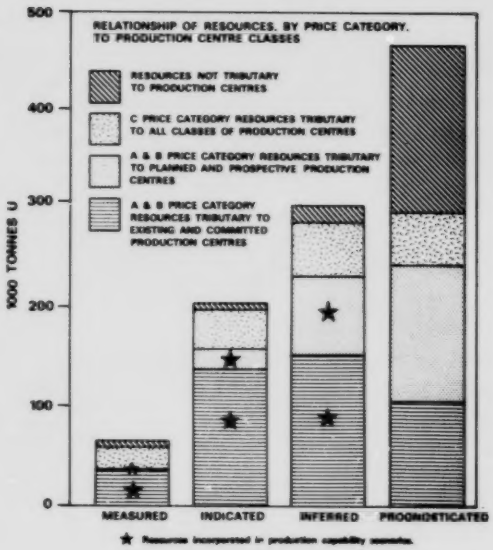


Figure 5 illustrates diagrammatically the total quantity of Canada's mineable uranium resources that are tributary to the production centres incorporated in the two projections of production capability. In the case of the Low Scenario, 75 per cent of Canada's total measured, indicated and inferred resources in the A plus B price category is considered. By including additional production centres in the High Scenario, the proportion increases to 98 per cent. As noted above, there are some higher-priced (C category) resources associated with these production centres that could extend their lives. Most of these known resources are tributary to existing production centres. Perhaps of more significance are the large tonnages of prognosticated resources (300 000 tU) that are tributary to the production centres considered in the High Scenario and that could be realized through further exploration work, thus extending the lives of these production centres still further. Finally, the diagram illustrates that some 200 000 tU of "nontributary" resources remains available for development in support of potential new production centres in addition to those in the above projections.

II REQUIREMENTS

a) Domestic Requirements and Protection

Canadian uranium policy requires that sufficient uranium be reserved for domestic use to enable each nuclear power reactor currently on-stream, or planned to come on-stream within the next 10 years, to operate at an average annual capacity factor of 80 per cent for 30 years from 1983, or from the in-service date of the nuclear unit, whichever is later.

The determination of these uranium requirements is based on the estimates of installed nuclear generating capacity shown in Table 6. As of June 1983, a total of 15 087 MWe of nuclear power capacity was either operating or committed for operation by 1993. While the 22 MWe Nuclear Power Demonstration reactor at Rolphton, Ontario is operating, it is basically an experimental and training facility and is therefore not included in the determination of long-term uranium requirements; the 250 MWe Gentilly 1 experimental

reactor is now shut down permanently, and is therefore also not included. No further nuclear plants are planned at this time to come into service during the 10-year period to 1993.

Uranium requirements for the reactors represented by this 15 087 MWe of capacity were assessed on the basis of the fuel utilization design values for existing or committed stations.

The situation anticipated in 1983 is illustrated in Figure 6; the uranium that is required for domestic use is represented by the total hatched area under the curve. For the 15 087 MWe projected to be in operation by 1993, this protected supply amounts to some 62 000 tU. Annual requirements, including first cores for future reactors, are expected to grow from some 1 400 tU/ year in 1983 to approximately 2 200 tU/year in 1993, as shown in Table 7. This estimated growth in annual requirements is significantly less than that estimated two years ago, as illustrated by the requirement curve (dashed line) in Figure 6.

TABLE 6

Nuclear Power Plants in Canada, as of June 1983

Reactors	Owner	Net output (MWe)	In-service dates (expected)
Douglas Point	Atomic Energy of Canada Limited	206	1968
Pickering 1 to 4	Ontario Hydro	2 060	1971-73
Bruce 1 to 4	Ontario Hydro	2 960	1977-79
Point Lepreau	New Brunswick Electric Power Commission	635	1983
Gentilly 2	Hydro-Quebec	638	(1983)
Pickering 5 to 8	Ontario Hydro	2 064	(1983-85)
Bruce 5 to 8	Ontario Hydro	3 000[r]	(1984-87)
Darlington 1 to 4	Ontario Hydro	3 524	(1988-92)[r]
Total net output expected by 1993		15 087 MWe	

r - Revised.

Figure 6.

Uranium supply for domestic applications, 1983 situation.

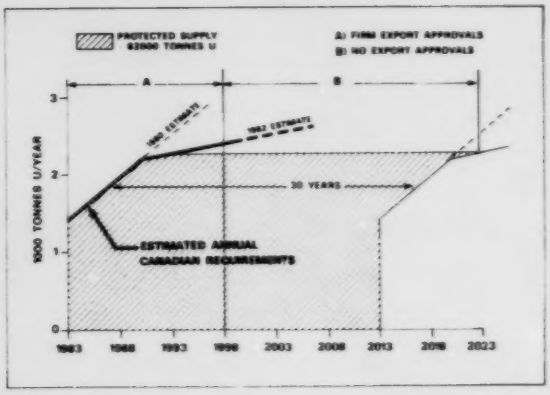


TABLE 7

Estimated Annual Canadian Uranium Requirements*

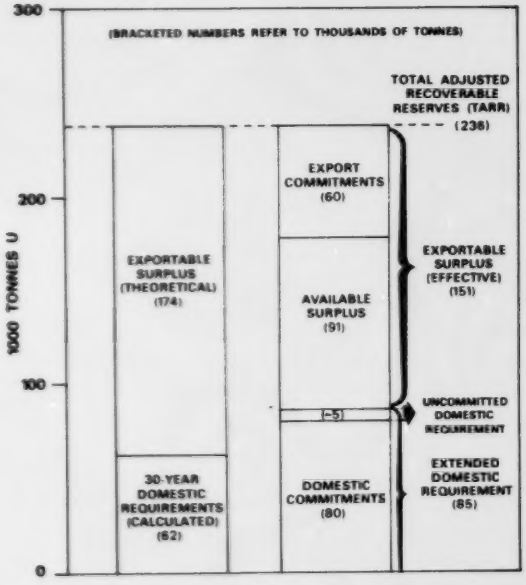
Year	Tonnes U
1983	1 400
1985	1 600
1990	2 150
1995	2 300
2000	2 450

* Estimated fuelling requirements for the nuclear power programs of Ontario Hydro, Hydro Quebec, and the New Brunswick Electric Power Commission.

"Protection" of the 62 000 tonne domestic responsibility is provided by examining Canadian uranium export commitments in relation to the level of total adjusted recoverable reserves (TARR) for all producers that are marketing uranium. The bases for determining Canada's TARR are the estimates of measured, indicated and inferred resources, mineable at uranium prices of $170/kg U or less (A plus B price category only). Weighting factors of 1.0, 0.8 and 0.7 are applied to the tonnages in the respective resource categories, in recognition of the lower degree of confidence that is placed (by definition) in the indicated and inferred categories. Individual mill recovery factors are also applied to the tonnages of uranium in mineable ore, reducing them to account for expected uranium losses in ore processing.

Figure 7

Requirements, Supply, Commitments and Available Surplus (Based on Resources as of December 31, 1982)



The total adjusted recoverable reserves (TARR), derived as described above, for all Canadian producers that are marketing uranium, represents the currently assessed quantity of uranium that is available both for domestic and export purposes. The 30-year protected supply of 62 000 tU amounts to 26 per cent of Canada's TARR. The relationship between the protected supply and the TARR is shown diagrammatically in Figure 7. The column on the left illustrates that some 174 000 tU is theoretically surplus to Canada's needs and therefore exportable. Canada's available surplus, however, is in the order of 91 000 tU, because of sales commitments that have already been made both on the domestic and export market, as illustrated by the column on the right. This column also illustrates that a very small portion (less than 5 000 tU) of Canada's needs of 62 000 tU over the protected 30-year period remains uncommitted, despite the large, very long-term purchases that have already been made by Ontario Hydro.

An added element of domestic protection is provided by limiting approval of exports to periods of a maximum of 15 years.

b) Domestic and Export Commitments

From the foregoing section it is clear that most of Canada's domestic needs for the short term are those required for the Ontario Hydro nuclear power program. Ontario Hydro's two principal uranium supply contracts were approved by the Government of Ontario in February 1978. These contracts, which are with Denison Mines Limited and Rio Algom Limited, will satisfy the bulk of Ontario Hydro's needs to the early part of the next century, with deliveries scheduled to continue until 2012 and 2020, respectively. Contracts are either in place or are under negotiation relating to most of the remaining domestic requirements to the end of the century. Total outstanding domestic commitments, as of early 1983, stood at some 80 000 tU.

Canadian producers shipped 8 189 tU in 1982 valued at $815 million. Some 85 per cent of these shipments were destined for the export market. As of December 31, 1982, Canadian producers had forward export commitments totalling approximately 60 000 tU under active contracts that had been reviewed and accepted by the federal government. These quantities are to be delivered over the period 1983 to 2003.

The relative importance of Canada's uranium export customers is illustrated in Table 8, which indicates that, during the period September 5, 1974, to December 31, 1982, contracts totalling some 87 000 tU had been reviewed and accepted by the federal government. The 87 000-tonne total reflects scheduled deliveries under 70 contracts, 33 of which remain active. Actual exports in 1982 totalled some 7 820 tU, primarily to the United States, Western Europe and Japan (see Table 9). Japan has been Canada's most important single customer, receiving about 34 per cent of Canada's total exports since 1972. Most of the remaining exports have gone to the European Economic Community (33 per cent) and other countries in Western Europe (18 per cent).

TABLE 8

Uranium Under Export Contracts Reviewed[1] Since September 5, 1974

Country of buyer	Tonnes U
Belgium	3 030
Finland	2 000
France	3 850
Italy	1 120
Japan	22 630
South Korea	5 140
Spain	4 230
Sweden	3 880
Switzerland	150
United Kingdom	7 700
United States	25 570
West Germany	7 660
Total	86 960

1 Reviewed and accepted under Canadian uranium export policy. Totals adjusted to reflect new and amended contracts, as of December 1982.

TABLE 9

Exports of Uranium of Canadian Origin in 1982

Country of final destination	Tonnes of contained uranium*
Belgium	85
Finland	97
Italy	143
Japan	718
South Korea	74
Spain	110
Sweden	889
United Kingdom	379
United States	4 852**
West Germany	471
Total	7 818

* Some of this uranium was first exported to intermediate countries, namely France, USA and USSR, for enrichment and then forwarded to the country of final destination.

** The bulk of this material represents concentrates exchanged by Eldorado in the purchase of the Rabbit Lake operation.

Source: The Atomic Energy Control Board of Canada.

PART TWO. LONGER-TERM PERSPECTIVE

I. SUPPLY

a) Supply Sources

The measured, indicated and inferred resources described in Part One of this report will continue to provide a base for production, in the case of certain production centres, beyond the turn of the century. The higher-priced (C price category) portion of these resources could also supplement production levels, should market conditions warrant.

Beyond these resources there is significant potential for additional discoveries. During 1982 an evaluation of this potential was made for over 100 uranium-bearing areas and subareas in Canada and estimates were made for both prognosticated and speculative resources.

It is important to emphasize the distinction between these two types of "undiscovered" resources. The prognosticated category refers to uranium that is expected to exist in well defined geological trends with known deposits. The speculative category refers to uranium that is thought to exist in virgin areas or in areas where only occurrences are known. A relatively higher degree of confidence can be placed in estimates of the first type of undiscovered resources, because of their proximity to, and/or close association with, identified well delineated deposits.

Several steps have been taken by the NEA/IAEA since 1976 to clarify the distinction between these two types of undiscovered resources. (4, 5 and 6) A decision taken in late 1982 to subdivide the international term Estimated Additional Resources (EAR) into two categories (See Appendix 4) has been a further step in reinforcing this important distinction.(2)

Prognosticated Resources

Estimates of Canada's prognosticated resources of uranium are presented in Table 10, together with the 1980 estimates for comparative purposes. While the estimates are the result of an evaluation of all of the currently known important uranium-bearing areas of Canada, estimates of resources existing in additional areas will be made in future assessments, along with up-dating of existing estimates according to new results of geological and exploration efforts.

Although there has been only a small increase in the total estimates of prognosticated resources since the 1980 assessment, there has been a significant shift in the economic distribution of resources, as well as an increase in the potential for discovery in Saskatchewan. More than half of Canada's prognosticated resources are now in Saskatchewan, compared with one-third in 1980, while Ontario now accounts for only 19 per cent of the total, compared with 38 per cent in 1980. The importance of the Northwest Territories remains about the same, with 17 per cent of the total.

It is clear from the foregoing that unconformity-related type deposits have become primary exploration objectives. Some 60 per cent of Canada's total prognosticated resources are attributable to this type of deposit, primarily in northern Saskatchewan and the Northwest Territories. Significant additions were made to estimates in the prognosticated category for areas in and adjacent to the Eastern Rim of the Athabasca Basin, as a result of the successful exploration effort over the last two years.

TABLE 10

1982 Estimates of Canada's Prognosticated Resources of Uranium Contained in Mineable Ore[a)]

Price ranges within which mineable ore is assessed[b)]	1982	1980
	(000 tonnes U)	
A	179	[144][c)]
B	102	[301]
C	187	NA
A + B + C	468	[445]

a) Uranium recoverable from such ore will be less due to ore processing losses (see text).

b) For the 1982 assessment, the price ranges were (A) $115/kg U or less; (B) $115 to $170/kg U; and (C) $170 to $340/kg U.

c) The [bracketed] figures are from the 1980 assessment, in which price ranges were (A) $135/kg U or less, and (B) between $135 and $200/kg U; resources were not assessed in a higher (C) price category (NA).

Conglomeratic-type deposits continue to be of significant but declining importance, representing more than 15 per cent of the total in the prognosticated category; most of this potential is located in the Elliot Lake area of Ontario. Of particular interest has been the growing potential for the discovery of additional vein-type deposits in the South Mountain Batholith of Nova Scotia. Deposits of this type account for almost 10 per cent of the total.

It is significant to note that some 40 per cent of the total prognosticated resources has been assigned to the C price category, i.e., resources that are mineable at prices between $170 and $340/kg U. A major portion of the conglomeratic resources are in this category because of their very low grade. Virtually all the prognosticated resources located in the Northwest Territories are also in this category because of their low grades and remote location. For the same reasons, a small tonnage of prognosticated resources was relegated beyond C price category, i.e., mineable at prices in excess of $340/kg U, and is therefore not recorded in Table 10.

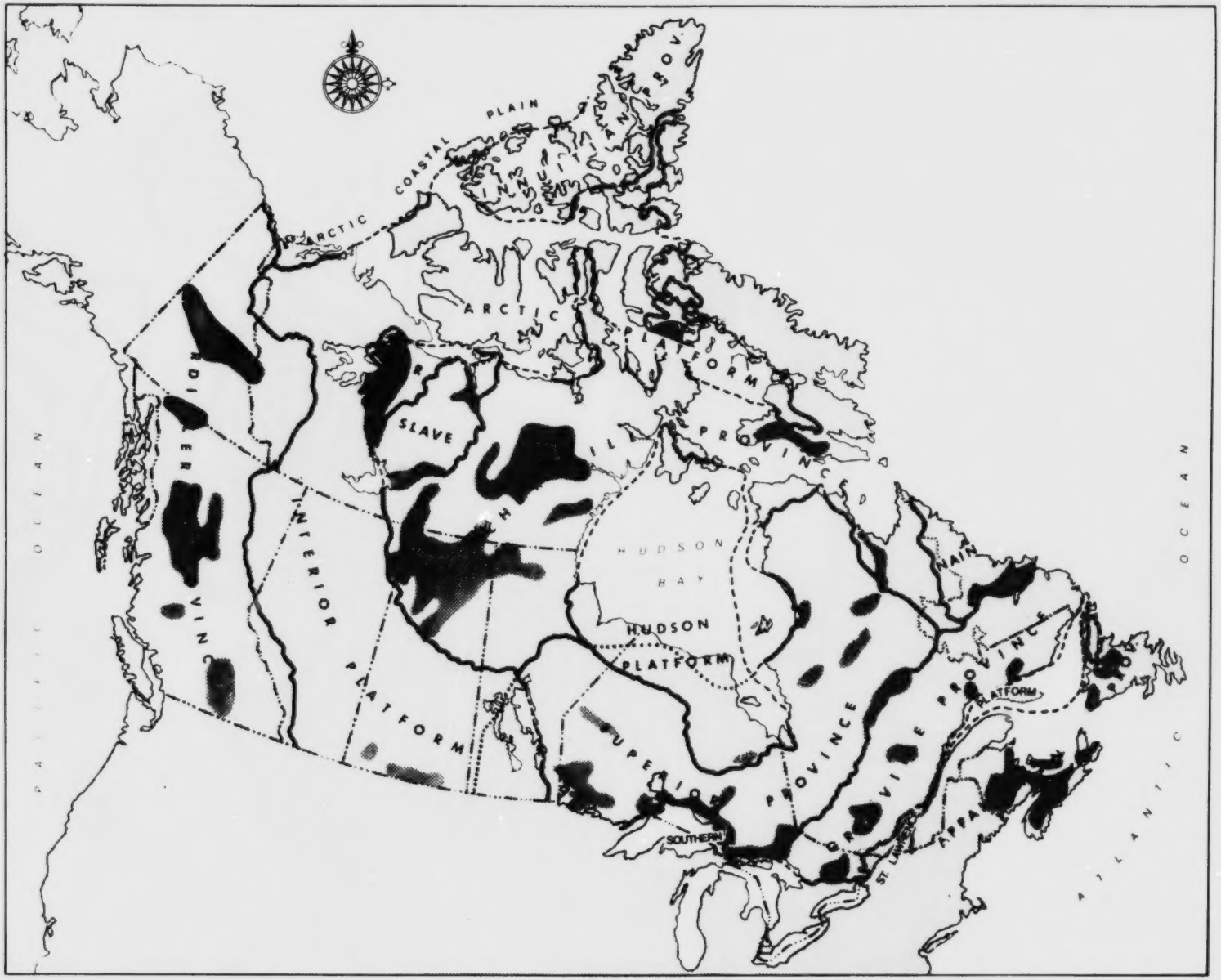


Figure 8. Areas in Canada Favourable for the Occurrence of Uranium Deposits.

Speculative Resources

In addition to areas that are associated with known uranium deposits, there are many other areas of Canada that are favourable for the occurrence of uranium resources. However, assessment of this additional potential can only be tentative because:

a) Evaluations of the likelihood of occurrences have not been made of all areas that are favourable for uranium mineralization. Moreover, large areas of Canada are covered with glacial overburden and the nature of the underlying bedrock geology can only be assumed.

b) There is still much to learn about the formation of various types of uranium deposits.

c) The data base, although extensive, is still inadequate for assessing this additional potential.

Estimates of speculative resources were made, during the 1982 assessment, for 12 major regions of Canada. Judgments were based on Canada's past production, distribution of known uranium deposits, and on interpretation of selected geological features according to conceptual models simulating formation of selected main types of uranium deposits. Areas favourable for uranium mineralization, including those which were evaluated by URAG are shown in Figure 8. The speculative resources were estimated using geological criteria derived from known uranium deposits.

Four different approaches were used in the estimation of speculative resources:(7)

(a) extrapolation of economic-geological data from relatively well explored (control) areas to less explored areas containing similar geological environments, using a volumetric evaluation method;

(b) analogy with a geostatistical analysis of the tonnage-grade distribution patterns of Canada's past production and known uranium deposits;

(c) a probabilistic study employing a modified Mining Industry Model for Inventorization and Cost Evaluation (MIMIC); and

(d) a combined geological and statistical approach using quadrangle cells for estimating speculative resources (applied to part of the Canadian Cordillera).

It was concluded that speculative resources, additional to resources in the measured, indicated, inferred and prognosticated categories, may amount to approximately 1.2 to 1.4 million tonnes of uranium. These resources would be geologically comparable to resources in known deposits that are judged to be mineable at a price of $340/kg U or less. Further resources might exist in areas that have not yet been assessed.

The bulk of these speculative resources, about 50 per cent, is believed to occur in deposits of unconformity-related type. Areas of particular promise are those along the pre-Athabasca unconformity in the Athabasca Basin and adjacent areas of northern Saskatchewan, and beneath the Thelon Basin in the Keewatin District of the Northwest Territories; the pre-Sibley unconformity in the Nipigon area of Ontario is also of interest.

Vein-type deposits account for about 15 per cent of Canada's speculative resources; the bulk of these vein-type resources is expected to occur in the Appalachian Orogenic Belt of Atlantic Canada.

Sandstone-type uranium deposits also account for about 15 per cent of Canada's speculative resources. Indications of this type of mineralization exist in some of the Phanerozoic basins containing continental sandstones, for example, in the Kelowna-Beaverdell area of the Cordillera, in the Alberta Basin of the Interior Platform, and the Phanerozoic basins of the Maritime provinces.

Some 10 per cent of Canada's speculative resources is of the pegmatitic-type. Environments favourable for this type of uranium deposit can be found in numerous granitic-syenitic terranes of the Canadian Shield and in the Cordillera. Areas of particular interest are in the Grenville Structural Province of Ontario and Quebec.

Although conglomeratic-type uranium deposits account for a large part of Canada's currently identified uranium resources, the potential for additional resources of this type is not believed to be large.

A number of interesting new geological environments have been identified that are analogous to important uranium-bearing regions elsewhere in the world. Of particular significance are: the Precambrian terranes of the Wernecke-Ogilvy Mountain area in the Central Yukon, which are similar to the Adelaide geosyncline and adjacent areas of South Australia where the Mt. Painter, Radium Hills and Roxby Downs uranium deposits occur; areas in the Central Cordillera of British Columbia that are favourable for the occurrence of volcanogenic-type uranium deposits, similar to those found in the northwestern United States, Mexico, Italy, China, Argentina, Australia, Turkey, Bolivia and the USSR; and the Millet Brook area of Nova Scotia, which can be compared directly with the famous La Crouzille district in the Hercynian granites of central France.

The assessment of Canada's speculative resources has been facilitated to a great extent by the availability of regional geochemical and radiometric data assembled by the Geological Survey of Canada under the federal-provincial Uranium Reconnaissance Program (URP), which was terminated in 1979. Since 1979, regional surveys following the same national standards as established for URP have continued at reduced levels, under various provincial, federal, or cooperative programs in British Columbia, Yukon, Ontario, Quebec, Labrador, Nova Scotia and Newfoundland. Total expenditures and coverage of government-sponsored radiometric and geochemical surveys are shown in Table 11; Figure 9 illustrates the current coverage of Canada.

TABLE 11

Total Expenditures and Coverage of Government-Sponsored Radiometric and Geochemical Surveys

Year	Area covered		Expenditures[a]		
	Radiometric	Geochemical[b]	Radiometric	Geochemical	Total
	(km^2)		($ million)		
Pre-77	1 060 000[c]	514 000	3.897	3.593	7.490
1977	487 000[c] 3 000[d]	265 000	2.523	2.277	4.800
1978	433 000[c] 2 500[d]	254 000	2.634	2.182	4.816
1979	13 000[c] 17 000[d]	75 000	0.270	0.785	1.055
1980	63 000[c] 8 500[d]	47 000	0.206	0.470	0.676
1981	- 7 500[d]	74 000	0.112	0.540	0.652
1982	60 000[c] 17 500[d]	94 000	0.442	0.750	1.192
1983[e]	- 15 000[d]	80 000	0.225	0.900	1.125
Total	2 187 000	1 403 000	10.309	11.497	21.806

a) In Canadian $ for the survey year, includes federal and provincial funding.
b) Includes provincial surveys to National Geochemical Reconnaissance (NGR) standards.
c) 5 km line spacing.
d) 1 km line spacing.
e) Estimate.

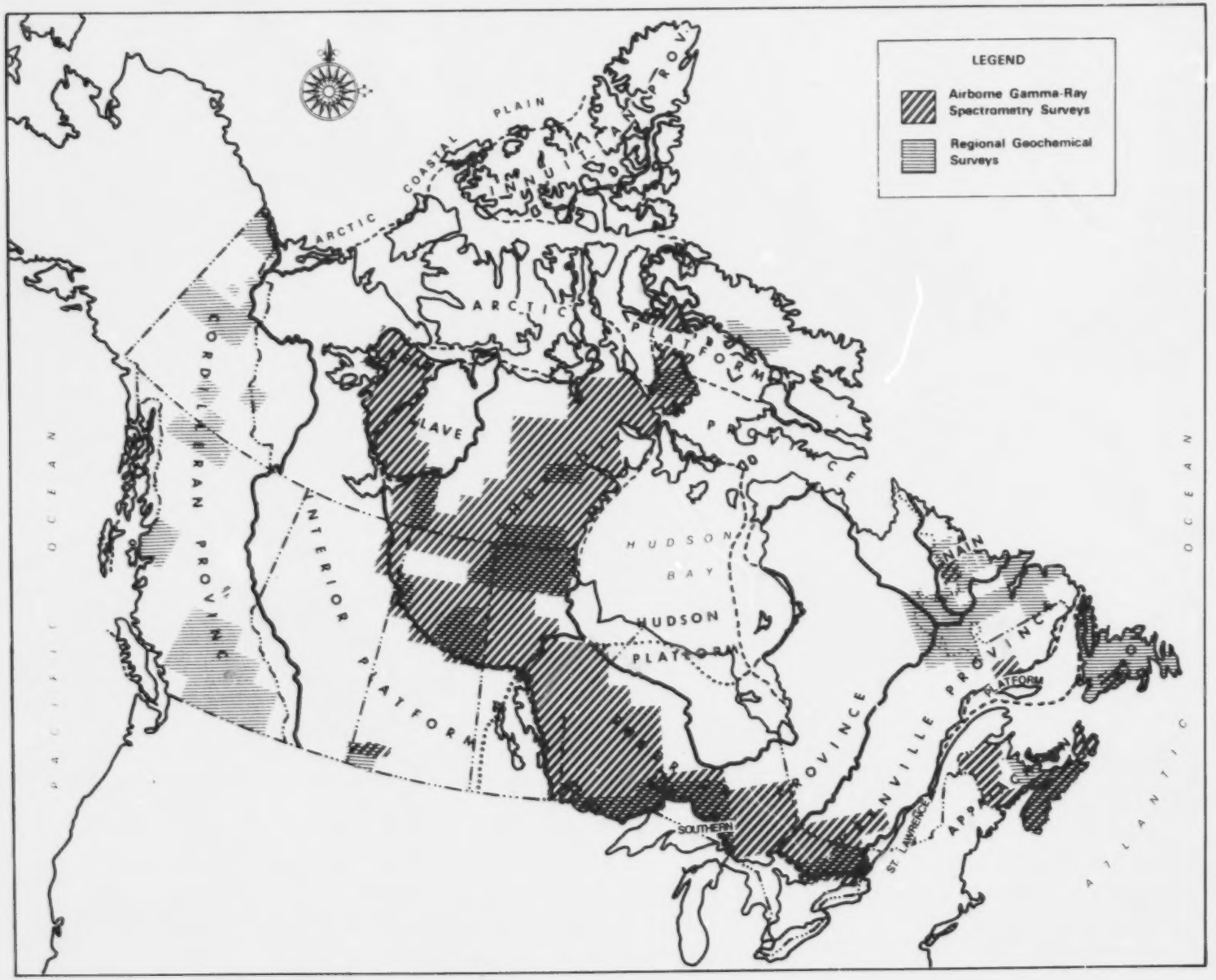


Figure 9. Total Coverage of Government-Sponsored Radiometric and Geochemical Surveys.

Uranium Exploration Activities

Overall uranium exploration activity in Canada declined in 1982 for the second consecutive year, in terms of both drilling effort and level of total expenditures. Responses to the 1982 URAG questionnaire revealed the exploration activities of 80 companies or joint ventures, which represent essentially all the major participants active in uranium exploration in Canada. The survey indicates that total expenditures reached $71 million in 1982, distributed amongst some 131 projects.

Uranium exploration activity during 1982 was, for the most part, limited to Saskatchewan, the Northwest Territories and Quebec (see Figure 11). In the western Athabasca Basin of Saskatchewan, persistent exploration work by Amok Ltd. on the Carswell Structure led to the discovery in 1981 of the Peter River deposit about 1 km north of Cluff Lake. Drilling effort was maintained during 1982 toward the establishment of proven reserves.

Along the eastern rim of the Athabasca Basin, within the Collins Bay-Eagle Point mineralized zone, fill-in drilling by Gulf Minerals Canada Limited/Eldorado Resources Limited, SMDC and Noranda Exploration Company, Limited, confirmed previous resource estimates for the Eagle Point deposit.

Similar work was continued to the west along the Dawn Lake-Midwest Lake belt by such companies as Asamera Inc., Canadian Occidental Petroleum Ltd. (CanOxy), Inco Metals Company, SERU Nuclear (Canada) Limited, and SMDC. About 10 km north of their McClean deposits, CanOxy and Inco discovered a new mineralized zone, named the JEB deposit, with interesting uranium values at a depth of 100 m. Further delineation drilling to determine the size of the deposit was deferred beyond 1983. To the southwest, at the Waterbury Lake property, SERU Nuclear maintained their exploration program and announced early in 1983 the discovery of significant uranium mineralization at Cigar Lake, where drill intersections showed values up to 11.4 per cent uranium over 6.7 m at depths up to 440 m. At the adjacent McArthur River property, SMDC confirmed the presence of uranium mineralization in the bedrock.

In the Schultz Lake region of the Thelon Basin, Northwest Territories, drilling programs were continued in 1982 by Urangesellschaft Canada Limited to further evaluate the potential of their Lone Gull deposit. Although the presence of the Thelon Game Sanctuary, which covers approximately 62 per cent of the Thelon Basin, prohibits mineral exploration within the wildlife refuge, several companies have maintained their efforts in those areas of greatest potential adjacent to the sanctuary. Ground may also be withdrawn from mineral exploration with the formation of a national park proposed for the northeastern part of the East Arm of Great Slave Lake, Northwest Territories. A similar situation occurs in Northern Yukon, where active exploration is prohibited pending the decision to turn most of the area into a park and wildlife refuge.

In the Otish Mountains area of central Quebec, Eldorado Nuclear, Uranerz and SERU Nuclear et al. proceeded with exploration programs during 1982 to evaluate areas favourable for the occurrence of uranium mineralization.

In Nova Scotia, an important new uranium district in the South Mountain Batholith was recently revealed by the work of Kidd Creek Mines Limited at Millet Brook, some 20 km southwest of Windsor. However, work at the property has been deferred pending the outcome of the McCleave commission to investigate all aspects of uranium exploration and mining within the province. While the inquiry is in progress, a moratorium on uranium exploration licences is in force.

Despite the downturn in the level of uranium exploration since 1980, and the prohibition of such activity in favourable areas because of provincial moratoria (British Columbia and Nova Scotia) or the selection of park and wildlife areas (Yukon and Northwest Territories), some 167 radioactive occurrences were added in 1982 to bring the Canadian inventory of uranium and thorium occurrences to some 2 029.

Table 12 summarizes uranium exploration drilling and surface development drilling activity* by province or territory for 1980, 1981 and 1982. As in the previous two years, virtually all the surface development drilling in 1982 was associated with recent discoveries in Saskatchewan, and essentially no exploration drilling was done outside Quebec, the Northwest Territories and Saskatchewan. Preliminary estimates for 1983 indicate that drilling activity will be in the order of 157 000 m, or about two-thirds of the effort in 1982.

A more all-inclusive measure of uranium exploration activity, however, is the level of total exploration expenditures**. Table 13 summarizes the 1980, 1981 and 1982 uranium exploration expenditures, by province or territory. Of the $71 million expended in Canada in 1982, Saskatchewan, the Northwest Territories and Quebec accounted for 98 per cent of the exploration expenditures with 67, 19 and 12 per cent of the total, respectively.

---

* "Exploration drilling" refers to drilling done in search for new uranium deposits or extensions to known uranium deposits and to drilling at the location of a discovery up to the time that the company decides that sufficient ore has been delineated to justify commercial exploitation. "Surface development drilling" refers here to drilling subsequently done to determine more precisely a deposit's size, grade and configuration, and excludes development drilling on producing properties.

** Expenditures on exploration and surface development drilling and all other costs directly associated with uranium exploration activities, excluding land acquisition. Overhead charges not directly associated with such activities are not included.

TABLE 12

Uranium Exploration Drilling and Surface Development Drilling Activity in Canada, by Province or Territory, 1980, 1981 and 1982.

Province or territory	1980	1981	1982
		(000 m)	
Saskatchewan	368.6	300.7	213.5
Northwest Territories	55.1	22.6	21.5
Quebec	24.1	18.5	12.4
Nova Scotia	16.4	9.3	0.0
Ontario	11.1	3.0	0.0
New Brunswick	9.1	1.0	0.0
Newfoundland	8.1	2.7	0.0
Manitoba	2.9	0.4	0.0
Alberta	1.7	0.6	0.0
Yukon Territory	1.0	0.0	0.0
British Columbia	0.0	0.0	0.0
Unspecified	5.3	0.0	0.0
Total*	503.0	359.0	247.0

* Totals rounded

TABLE 13

Uranium Exploration Expenditures in Canada by Province or Territory, 1980, 1981 and 1982

Province or territory	1980	1981	1982
		($ million)	
Saskatchewan	77.2	60.8	47.9
Northwest Territories	29.1	23.6	13.2
Quebec	6.4	8.8	8.4
Nova Scotia	4.5	3.0	0.0
Newfoundland	3.7	1.6	0.3
Ontario	1.7	0.9	0.4
New Brunswick	1.4	0.8	0.2
Yukon Territory	1.3	0.7	0.3
Manitoba	1.1	0.2	0.0
Alberta	1.0	1.1	0.0
British Columbia	0.6	0.1	0.0
Unspecified	0.3	0.5	0.0
Total*	128.0	102.0	71.0

* Totals rounded.

Figure 10 illustrates the trend in uranium exploration expenditures together with increases in the uranium price since the early 1970s. By 1976, considerable momentum had been built up in uranium exploration in Canada, primarily in response to the incentive provided by rising uranium prices. Although prices were relatively stable during the late 1970s, the momentum achieved during the mid-1970s together with the major discoveries in Saskatchewan contributed to still further expansion in uranium exploration activity. The decline in uranium exploration expenditures, in an apparent response to softening in the uranium market, has become increasingly evident with each successive survey since 1980.

In 1982, 74 companies or joint ventures were actively involved in uranium exploration in Canada; of this total 34 acted as project operators.

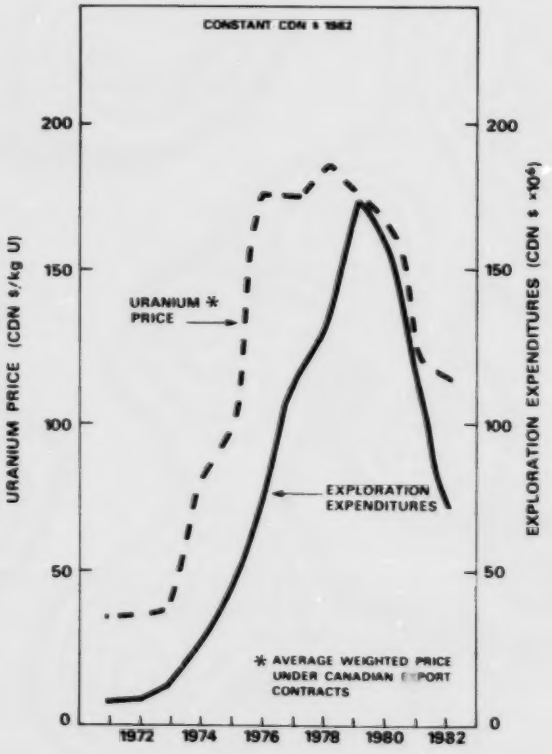
The 10 most active organizations*, accounting for some 85 per cent of the $71 million total, were, in alphabetical order, AGIP Canada Ltd., Amok Ltd., Asamera Inc., Eldorado Resources Limited/Eldor Resources Limited, Gulf Minerals Canada Limited, PNC Exploration (Canada) Co. Ltd., Saskatchewan Mining Development Corporation (SMDC), SERU Nuclear (Canada) Limited, Uranerz Exploration and Mining Limited, and Urangesellschaft Canada Limited. Six of those companies have been amongst the top 10 from 1979 to 1982, inclusive; another two are represented in three of the four years.

Six of the above 10 operators are companies whose majority interests are held outside of Canada and which are responsible, either directly or indirectly, for procuring uranium for their national utilities.

Not all companies that responded to the URAG questionnaire had planned their exploration expenditures for 1983 at the time of the survey. However, it appears that expenditures for 1983 may approach $50 million, no doubt continuing to reflect the loss in incentive that resulted from the sharp decline in uranium prices between 1979 and 1982.

Figure 10.

Responsiveness of Uranium Exploration Expenditures in Canada to Uranium Price Movements, 1971-82

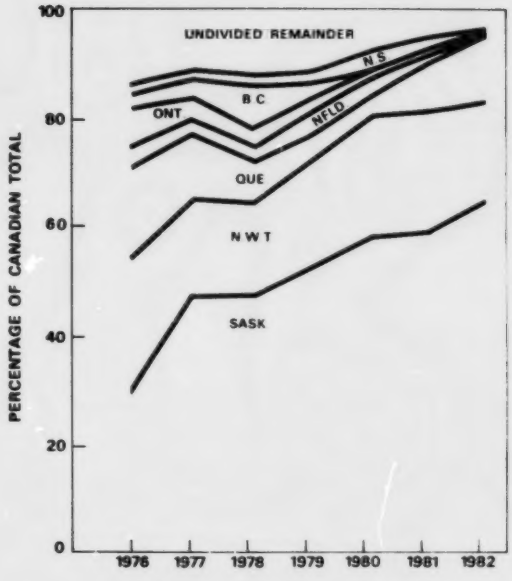


---

* In certain cases, the identified operator company has reported the total expenditures of a joint-venture effort. Thus, contributions by other parties not responding to the URAG survey are accounted for in the $71 million total.

Figure 11.

Distribution of Uranium Exploration Expenditures in Canada by Province or Territory, 1976 to 1982



b) Uranium Availability

Uranium availability in the longer term will be dependent on a number of factors, the most important of which will be a continuing and developing demand for uranium. Other factors relate to the geological nature of individual deposits, the provision of manpower, equipment and financing, and the economic, political and regulatory climate. As noted above, known deposits associated with certain existing and committed production centres are capable of supporting significant levels of production beyond 1995. In addition, there are certain planned and prospective production centres that could increase Canada's level of production, should markets warrant their development. The productive lives of some of these centres could be extended in certain cases by the realization of presently undiscovered resources tributary to them (i.e., prognosticated resources) or by the exploitation of associated higher-priced resources that are not currently considered economic.

For the purpose of illustrating a range of production possibilities over the longer term, based on these "known" supply sources, the two production capability scenarios developed in Part One of this report have been extended to the year 2025 (Table 14)*. Of necessity, the projections assumed that there would be adequate supplies of manpower, equipment and materials, that there would not be unmanageable financing or regulatory difficulties, and that the market would develop in an orderly pattern. It bears repeating that the projections are supported only by measured, indicated and inferred resources in the A plus B price category.

Production capability from existing plus committed production centres is expected to decline after reaching a level of about 12 000 tU/year in the late 1980s, unless additional resources are identified to extend their lives, or unless resources in the C price category are exploited. Resources that currently support these production centres would be depleted by about 2020. Similarly, the production capability achievable with the addition of planned and prospective production centres would decline, after reaching a peak of some 15 000 tU/year in the early 1990s, to a level approaching only 1 000 tU/year by the year 2025. In view of the uncertain short-term market outlook, however, it is unlikely that all of the planned and prospective production centres will be in place by the early 1990s as indicated in the projection, thus deferring the achievement of these higher levels of production until later in the 1990s.

---

* The methodology is described in an EMR publication, "Monitoring Canada's Uranium Supply".(8)

Clearly there is considerable uncertainty associated with such long-term projections and they should be viewed only as a very qualitative illustration of possible production levels that could be supported by known deposits. If production in excess of such projected levels is to be achieved, it must come from production centres in addition to those described in Part One of this report. Moreover, these production centres would need to be supported largely by new discoveries, the realization of which would involve considerable exploration and development effort on a timely basis. There have been two or three recent discoveries noted earlier that, upon further evaluation and given adequate incentive, may prove to be potential new production centres. The potential for additional discoveries in Canada, as reflected in the estimates of prognosticated and speculative resources described above, is excellent.

It is important to realize that long lead-times and particular risks are inherent in uranium exploration activities. It is not uncommon for 15 years to elapse between the start of an exploration program and first production from a successful discovery. With this in mind, current exploration programs should be focussed on meeting the longer-term needs of Canada and its trading partners. A loss of exploration momentum now could jeopardize future supply opportunities.

TABLE 14

Illustrative Long-Term Production Capability From Known Canadian Deposits

Year	Tonnes U contained in concentrates	
	Low Scenario*	High Scenario**
1985	11 500	12 000
1990	12 100	13 500
1995	9 900	14 200
2000	6 800	12 100
2005	5 000	8 100
2010	2 300	5 400
2015	1 200	3 200
2020	200	2 500
2025	0	1 200

* Projection is based on existing and committed production centres only; certain expansions at existing production centres are deferred and standby operations are excluded; output is derived from resources currently mineable at a uranium price of $170/kg U or less.

** Projection is based on existing, committed and selected uncommitted production centres including those on standby; output is derived from resources currently mineable at a uranium price of $170/kg U or less.

II Requirements

a) Outlook for Nuclear Power Growth

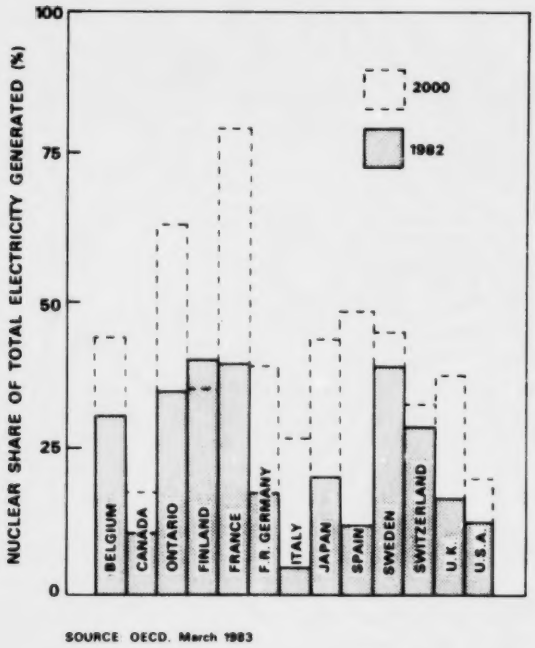
The requirements for Canadian uranium in the longer term will depend on the growth in nuclear power capacity in the electricity generating systems of Canada and its trading partners. Nuclear energy is already making a significant contribution to electricity requirements in many countries. By the end of 1982, almost 150 000 MWe of nuclear capacity was installed in OECD countries, contributing some 13.5 per cent of their total generated electricity. Indeed, there are five OECD countries that obtain more than one-quarter of their electricity from nuclear energy (see Figure 12). The province of Ontario would rank among these leaders, with more than one-third of its current electrical generation being nuclear fuelled.(9)

Projections of installed nuclear power capacity have been revised downward in recent years as a result of lower expected rates of economic growth and efforts to introduce energy conservation measures in many countries. Despite these downward revisions, there continues to be steady growth in nuclear power's contribution to world electricity supply, with related increases in the requirement for nuclear fuel. Canada's total installed nuclear capacity in the year 2000 is expected to grow to between 15 600 and 20 300 MWe, requiring approximately 2 500 tU per year. By that time nuclear energy will be providing about 18 per cent of Canada's electricity supply (over 60 per cent in Ontario). In OECD countries as a whole, installed nuclear power capacity is expected to grow to 450 000 MWe by the year 2000, increasing nuclear's overall share of electricity generation to almost 29 per cent (see Figure 12). Related uranium requirements would grow from the current level of some 30 000 tU/year to more than 50 000 tU/year in the early 1990s and to almost 70 000 tU/year by the year 2000.(9)

Beyond the year 2000, there remains considerable uncertainty and controversy about the role that nuclear power will play in world energy supply. There is a wide range of projections for nuclear power growth, depending on the rate of economic growth and related requirements for electricity, and the extent to which nuclear power will penetrate the electricity market. It is expected that total nuclear capacity installed in OECD countries could double or even triple between the year 2000 and 2025. There are numerous possibilities for varying the mix of reactor types that will be installed over this time period, which contribute to a broad range of projected uranium requirements. For example, given a high rate of nuclear power growth and limited introduction of fast breeder reactors, uranium requirements in OECD countries could grow to more than 200 000 tU/year by the year 2025. Proponents of fast breeders, on the other hand, argue that requirements in the year 2025 could be an order of magnitude lower, should this type of reactor be widely introduced on a commercial scale.(9) It is more likely, however, that reactor types currently in commercial service will continue to predominate, and that uranium requirements will continue to increase at a modest but steady pace.

Figure 12.

Nuclear Share of Electricity Generated in Selected Countries, 1982 and 2000



SOURCE: OECD, March 1983

b) Demands in the Uranium Producing Industry

Whatever the magnitude of future uranium requirements turns out to be, Canada would appear to have the capability to provide for its own needs while maintaining its position as a leading supplier of uranium to world markets. Canadian capabilities can be measured in the world context in a number of ways. Canada is among the leading countries in terms of estimated uranium resources in all categories, accounting for a significant proportion of the world's* low-cost reserves. It is expected that the NEA/IAEA's current assessment of world uranium supply, when published in late 1983, will illustrate that Canada continues to be one of the most promising countries in the world for the discovery of additional uranium resources.(1) Moreover, Canada has been a reliable uranium supplier to the world market for over 40 years.

Since 1959, Canada has ranked second behind the United States in terms of world production of uranium. In 1982 it accounted for about 20 per cent of the world total, which was estimated at 41 300 tU. However, in 1983 it is expected to replace the United States as the world's leading producer. Its position as the world's leading exporter of uranium, although challenged by Australia and South Africa, is expected to be maintained, at least in the short term. In view of the production capabilities and the potential for additional discoveries described in this report, there is every reason to be confident that Canada can maintain its leading role in the world uranium market, while continuing to supply its domestic needs.

---

* World, as used here, excludes USSR, Eastern Europe and the People's Republic of China.

Appendix 1

CANADIAN URANIUM EXPORT POLICY

Canada's uranium export policy was developed within a framework of general mineral policy objectives that seek:

(a) to ensure adequate supplies for domestic needs,
(b) to increase the return to Canadians from exportable surpluses,
(c) to strengthen the knowledge base for national decision making,
(d) to contribute to orderly world mineral development and marketing, and
(e) to realize opportunities for further processing.

For uranium, there is also the special overriding requirement that it be used for non-explosive purposes only. Uranium exports are restricted, therefore, to those countries that have entered into a bilateral nuclear co-operation agreement with Canada, and that have ratified the Non-Proliferation Treaty or made an equivalent non-proliferation commitment and accepted international safeguards on all of their nuclear activities.

In line with the general mineral policy framework noted above, Canada's uranium export policy has two specific objectives with respect to domestic security of supply:

(a) to ensure a 30-year reserve of nuclear fuel for all existing and committed reactors in Canada and for those planned to start operation in the following 10-year period; and

(b) to ensure that sufficient uranium production capacity is available for the Canadian domestic nuclear power program to reach its full potential.

To provide the information base required to implement Canada's uranium export policy, a Uranium Resource Appraisal Group (URAG) was established within Energy, Mines and Resources Canada (EMR), to audit annually Canada's uranium resources. The structure of this Group and the duties of its related subcommittees are described in Appendix 2.

Canadian producers are free to negotiate their own uranium sales contracts, but all export contracts are subsequently reviewed by federal government authorities to ensure that they are consistent with Canada's uranium export policy objectives. For contracts that are found to be consistent with these objectives, export permits are obtained annually from the Department of Industry, Trade and Commerce upon application to and endorsement by the Atomic Energy Control Board.

Appendix 2

URANIUM RESOURCE APPRAISAL GROUP (URAG)

URAG is an internal committee of Energy, Mines and Resources Canada and is composed of senior officials and technical experts in the fields of uranium geology, mining and milling. Activities of URAG are carried out by three inter-related subcommittees:

- The subcommittee on Reasonably Assured Resources is responsible for (a) auditing the measured and indicated resources in Canadian uranium deposits mineable under current technological conditions in given price ranges; and (b) assessing the levels of Canadian uranium production that could be supported by these deposits.

- The subcommittee on Estimated Additional Resources is responsible for (a) estimating the inferred and prognosticated resources associated with known uranium deposits in Canada; and (b) estimating speculative resources of uranium, beyond the prognosticated category, in regions of Canada which have geological environments favourable for the occurrence of uranium.

- The subcommittee on Economic Co-ordination is responsible for (a) relating known resources to domestic requirements and export commitments, the latter in co-operation with Canadian regulatory agencies; and (b) determining the tonnage of uranium that is to be reserved for reactors that are either in operation or committed by utilities and recommending how this domestic responsibility is to be allocated among individual producers.

Primary responsibility for the work of the subcommittee on Reasonably Assured Resources resides with the Mine Evaluation Group located in the Mining Research Laboratories of EMR's Canada Centre for Mineral and Energy Technology (CANMET). Uranium ore processing expertise is drawn from CANMET's Extractive Metallurgy Laboratory; uranium production capability projections are prepared with the support of the Resource Supply and Information Branch of EMR's Mineral Policy Sector. Work associated with the activities of the subcommittee on Estimated Additional Resources is carried out in the Uranium Resource Evaluation Section of the Geological Survey of Canada (GSC), also a Branch of EMR. Finally, the activities of the subcommittee on Economic Co-ordination are centred in the Uranium and Nuclear Energy Branch of EMR's Conservation and Non-Petroleum Sector, which also plays a co-ordinating role for the overall URAG exercise.

Appendix 3

CANADIAN URANIUM RESOURCE ASSESSMENTS — AN HISTORICAL REVIEW —

The first assessment of Canada's uranium resources was made in 1958 by the Geological Survey of Canada (GSC) on the occasion of the Second United Nations International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy at Geneva.[10] The estimates were given by geological type and in terms of short tons of measured, indicated and inferred ore, with average grades. In 1964, for the Third Geneva Conference, a GSC paper further classified Canadian resources as to exploitability at various price levels.[11]

In 1964 the Nuclear Energy Agency (NEA), known at that time as the European Nuclear Energy Agency (ENEA), set up a Working Party on Uranium and Thorium Resources for the purpose of preparing an assessment of the world's uranium and thorium resources. The Canadian delegates to the Working Party adapted the GSC report to the Third Geneva Conference to serve as the Canadian submission to ENEA, and this adaptation formed part of an international report published in August 1965.[12] Coverage of these world studies was subsequently widened under the joint auspices of the NEA and the International Atomic Energy Agency (IAEA), and the assessments were expanded to examine the status of production and projected demand. Since 1973 the reports have been published on a regular biennial basis. [13, 14 to 20]

URAG was established late in 1974 and completed its first assessment of uranium resources based on data related to the principal deposits of Canada in early 1975. That first report, published in August 1975[21], presented estimates of Canada's measured, indicated and inferred resources of uranium. The assessment, with the advantage of more uniform collection and evaluation criteria, was considered more reliable than earlier ones. The Uranium Resource Appraisal Group (URAG) completed six further annual assessments between 1975 and 1980, which have been published as part of Energy, Mines and Resources Canada's (EMR) Energy Policy (EP) series. (1 and 22 to 26) Successive reports have been expanded to incorporate estimates of prognosticated resources (beginning in 1976), the results of an annual survey of uranium exploration activity (beginning in 1978), and estimates of speculative resources (also beginning in 1978). Both the 1979 and 1980 URAG assessment reports were restructured to focus separately on short-term and long-term supply possibilities with brief balancing discussions on domestic and export requirements. Employment statistics were also included to help illustrate the size of Canada's uranium mining industry.

A review of priorities within EMR in 1981 led to a decision to publish formally, (in report form) the results of URAG's resource assessments on a biennial basis. However, selected results of the 1981 assessment were made available to regular users of URAG data in a fact-sheet-type format. Some of the 1981 data are repeated in this report, which also presents the results of the 1982 assessment. These last two assessments have subdivided Canada's estimates of uranium resources into three rather than two levels of economic exploitability.

Appendix 4

DEFINITIONS OF RESOURCE AND PRODUCTION TERMINOLOGY

In its annual assessment of uranium resources, the Uranium Resource Appraisal Group (URAG) divides its estimates into five separate categories reflecting different levels of confidence in the quantities reported. These categories are further separated into three levels of exploitability related to the current price of uranium.

The following terms and definitions used by URAG are in harmony with those used by Energy, Mines and Resources Canada (EMR) for mineral and coal resource assessment:

Ore is a natural mineral-bearing substance that can be recovered by mining and from which one or more commodities can be extracted economically under conditions specified at the time of the appraisal.

Measured ore refers to ore for which tonnage is computed from dimensions revealed in outcrops, trenches, workings, or drillholes, and for which grade is computed from adequate sampling. The sites for inspection, sampling, and measurement are so closely spaced and the geological character is so well defined that the size, shape and mineral content are well established. The tonnage and grade should refer to ore recoverable by mining with due regard for dilution.

Indicated ore refers to ore for which tonnage and grade are computed partly from specific measurements, samples, or production data and partly from projection for a reasonable distance on geological evidence. The openings or exposures available for inspection, measurement and sampling are too widely or inappropriately spaced to outline the ore completely or to establish its grade throughout.

Inferred ore refers to ore for which quantitative estimates are based largely on broad knowledge of the geological character of the deposit and for which there are few, if any, samples or measurements. Estimates are based on assumed continuity or repetition for which there is geological evidence; this evidence may include comparison with deposits of similar types. Bodies that are completely concealed, but for which there is some geological evidence, may be included. Estimates of inferred ore should include a statement of the specific limits within which the inferred material may lie. These limits vary depending upon the characteristics and knowledge of the orebodies.

Prognosticated resources refer to estimated tonnages beyond specific limits established for inferred ore. They may include tonnages of portions of identified orebodies or of concealed satellite orebodies, the existence of which can be assumed along well established geological trends associated with known deposits. The attributes of prognosticated resources are, as a rule, derived by extrapolation from identified deposits or by quantification of geological information.

Speculative resources refer to estimated tonnages in deposits thought to exist on the basis of indirect indications and geological extrapolations in virgin areas or in areas where only occurrences are known. These resources would be geologically comparable to resources in known deposits that are judged to be mineable at prices below a given level.

Reserves refer only to those measured and indicated resources that could be mined at the uranium market price as determined at the time of the assessment (equivalent to block 1A of Figure A-1) unless another price is specified.

Except where noted resource estimates refer to quantities of uranium contained in ore mineable at given uranium prices (i.e., ore recoverable by mining, with due consideration of ore dilution). While milling losses are taken into account in the determination of cut-off grades for ore mineable at given prices (i.e., prices for uranium in concentrate), such losses are not normally applied to the mineable ores. Although the recovery of uranium from ores currently being mined is about 93 per cent, recoveries are likely to be significantly lower should lower grade ores be mined in the future. If such is the case, the distinction between mineable resources (U content of ore) and recoverable uranium (U recoverable from ore) will become increasingly important.

For national and international purposes, Canadian resource estimates are often quoted in terms of the international uranium resource definitions employed by the joint NEA/IAEA* Working Party on Uranium Resources. The terms Reasonably Assured Resources (RAR) and Estimated Additional Resources (EAR) and their definitions were first developed in 1964 and were retained until recently, with only minor modification, in periodic NEA/IAEA world uranium supply assessments. It is pertinent to note that, in 1975, the NEA/IAEA changed its resource definitions to refer to "cost" instead of "price", while Canada has retained the price classification.**

The term Speculative Resources was introduced by the NEA/IAEA in 1978, in recognition that assessments covering only RAR and EAR represented an incomplete appraisal of the world's uranium resources.(5, 6) In late 1982, the NEA/IAEA redefined its EAR category to distinquish between the discovered and the undiscovered components of those additional resources that are expected to occur in association with known deposits.(2) These two components have been termed Estimated Additional Resources - Category I (EAR-I) and Estimated Additional Resources - Category II (EAR-II), respectively.

---

* NEA - Nuclear Energy Agency of the Organization for Economic Co-operation and Development.
IAEA - International Atomic Energy Agency.

** For purposes of international comparison Canada's three defined "price" categories may be considered equivalent to the NEA/IAEA's three defined "cost" categories, from the lowest to the highest, respectively, i.e., the three defined cost/price categories are illustrated by blocks labelled A, B and C, respectively in Figure A-1.

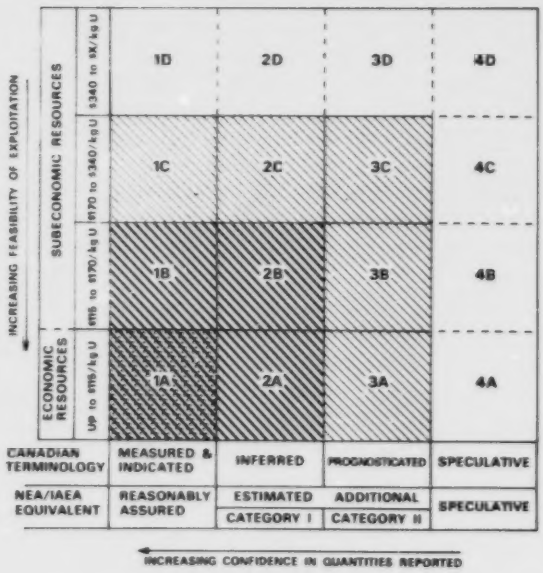
The NEA/IAEA resource definitions, to be published in the Working Party's most recent world assessment as of December 1983, are as shown below. Their relationship to definitions used in EMR's annual assessment of uranium resources is illustrated in Figure A-1.

"Reasonably Assured Resources (RAR) refers to uranium that occurs in known mineral deposits of such size, grade and configuration that it could be recovered within the given production cost ranges, with currently proven mining and processing technology. Estimates of tonnage and grade are based on specific sample data and measurements of the deposits and on knowledge of deposit characteristics. Reasonably Assured Resources have a high assurance of existence and in the cost category below $80/kg U (block 1A of Figure A-1) are considered as reserves for the purpose of this report."

"Estimated Additional Resources - Category I (EAR-I) refers to uranium in addition to RAR that is expected to occur, mostly on the basis of direct geological evidence, in extensions of well-explored deposits, and in deposits in which geological continuity has been established but where specific data and measurements of the deposits and knowledge of the deposits' characteristics are considered to be inadequate to classify the resource as RAR. Such deposits can be delineated and the uranium subsequently recovered, all within the given cost ranges. Estimates of tonnage and grade would be based on such sampling as is available and on knowledge of the deposit characteristics as determined in the best known parts of the deposit or in similar deposits. Less reliance can be placed on the estimates in this category than on those for RAR."

Figure A-1.

Classification scheme for resources of recoverable uranium (Energy, Mines and Resources Canada).



"Estimated Additional Resources - Category II (EAR-II) refers to uranium in addition to EAR-I that is expected to occur in deposits believed to exist in well-defined geological trends or areas of mineralization with known deposits. Such deposits can be discovered, delineated and the uranium subsequently recovered, all within the given cost ranges. Estimates of tonnage and grade would be based primarily on knowledge of deposit characteristics in known deposits within the respective trends or areas and on such sampling, geological, geophysical or geochemical evidence as may be available. Less reliance can be placed on the estimates in this category than on those for EAR-I."

"Speculative Resources (SR) refers to uranium, in addition to EAR II, that is thought to exist mostly on the basis of indirect evidence and geological extrapolations, in deposits discoverable with existing exploration techniques. The location of deposits envisaged in this category could generally be specified only as being somewhere within a given region or geological trend. As the term implies, the existence and size of such resources are highly speculative."

In presenting its definitions, the NEA/IAEA emphasizes that the distinctions drawn between the four categories of resources (RAR, EAR I, EAR II and SR) based on differing degrees of geological evidence, make it essential that each category be regarded as a discrete entity. Therefore, great care should be taken in the use of resources estimates (e.g., not summing estimates of all four categories to obtain "total resources").

For purposes of international comparison, in the NEA/IAEA context, URAG has generated estimates in the RAR and EAR I categories that have been adjusted for expected ore processing losses (i.e., U recoverable from ore, as opposed to U contained in mineable ore). These estimates are presented separately in this report, with appropriate qualification.

With the increased emphasis being placed on projections of production capability as illustrations of uranium supply possibilities, it has become necessary to formalize a number of terms used in the description of such projections. In its most recent assessment of world uranium supply, the NEA/IAEA has introduced the following terms, which are also used throughout this report.

"A PRODUCTION CENTRE, as referred to in this report, is a production unit consisting of one or more ore processing plants, one or more associated mines and the resources that are tributary to them. For the purpose of describing production centres, they have been divided into four classes, as follows:

(i) EXISTING Production Centres are those that currently exist in operational condition and include those plants which are closed down but which could be readily brought back into operation.

(ii) COMMITTED Production Centres are those that are either under construction or are firmly committed for construction.

(iii) PLANNED Production Centres are those that are planned, based on feasibility studies that are either completed or under way, but for which construction commitments have not yet been made. This class also includes those plants that are closed which would require substantial expenditures to bring them back into operation.

(iv) PROSPECTIVE Production Centres are those that could be supported by tributary RAR and EAR I, i.e., 'known resources', but for which construction plans have not yet been made."

"PRODUCTION CAPACITY denotes the nominal level of output, based on the design of the plant and facilities over an extended period under normal commercial operating practice."

"PRODUCTION CAPABILITY refers to an estimate of the maximum level of production that could be practically and realistically achieved under favourable circumstances from the plant and facilities at any of the types of production centres described above, given the nature of the resources tributary to them." (Normally, projections of production capability are supported only by RAR and/or EAR I).

REFERENCES

(1) URANIUM IN CANADA: 1980 ASSESSMENT OF SUPPLY AND REQUIREMENTS, Energy Mines and Resources Canada, Report EP 81-3 (September 1981).

(2) NEA/IAEA, URANIUM - RESOURCES, PRODUCTION AND DEMAND, OECD, Paris (December 1983 - in press).

(3) Whillans, R.T.: URANIUM, (a review of the Canadian Uranium Industry in 1982), Canadian Mining Journal, February 1983.

(4) IAEA, EVALUATION OF URANIUM RESOURCES, Proceedings of an Advisory Group Meeting, Rome, November 29 to December 3, 1976 (1979).

(5) NEA/IAEA, WORLD URANIUM POTENTIAL - AN INTERNATIONAL EVALUATION, OECD, PARIS (December 1978).

(6) NEA/IAEA, WORLD URANIUM - GEOLOGY AND RESOURCE POTENTIAL, Report on Phase I of the International Uranium Resources Evaluation Project (IUREP), published on behalf of OECD by Miller Freeman Publications, Inc., San Francisco (1980).

(7) Ruzicka, V.: ESTIMATION OF UNDISCOVERED URANIUM RESOURCES IN CANADA; in "URANIUM RESOURCE EVALUATION", Energy, Mines and Resources Canada, Report ER 77-1 (1977), p. 39 - 56.

(8) MONITORING CANADA'S URANIUM SUPPLY, Energy, Mines and Resources Canada, Report ER 80-5E (February 1980).

(9) OECD, Summary of Nuclear Power and Fuel Cycle Data in OECD Member countries, OECD, Paris (March 1983).

(10) Griffith, J.W., Lang, A.H., Robinson, S.C., Roscoe, S.M., and Steacy, H.R.: TYPES AND ORE RESERVES OF CANADIAN RADIOACTIVE DEPOSITS, Paper 221, Proceedings of the Second United Nations International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy, Geneva (1958).

(11) Griffith, J.W. and Roscoe, S.M.: CANADIAN RESOURCES OF URANIUM AND THORIUM, Paper 24, Proceedings of the Third United Nations International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy, Geneva (1964).

(12) ENEA, WORLD URANIUM AND THORIUM RESOURCES, OECD, Paris (August 1965).

(13) NEA/IAEA, URANIUM - RESOURCES, PRODUCTION AND DEMAND, OECD, Paris (December 1979).

(14) ENEA/IAEA, URANIUM RESOURCES, REVISED ESTIMATES, OECD, Paris (December 1967).

(15) ENEA/IAEA, URANIUM-PRODUCTION AND SHORT TERM DEMAND, OECD, Paris (January 1969).

(16) ENEA/IAEA, URANIUM-RESOURCES, PRODUCTION AND DEMAND, OECD, Paris (September 1970).

(17) NEA/IAEA, URANIUM - RESOURCES, PRODUCTION AND DEMAND, OECD, Paris (August 1973).

(18) NEA/IAEA, URANIUM - RESOURCES, PRODUCTION AND DEMAND, OECD, Paris (December 1975).

(19) NEA/IAEA, URANIUM - RESOURCES, PRODUCTION AND DEMAND, OECD, Paris (December 1977).

(20) NEA/IAEA, URANIUM - RESOURCES, PRODUCTION AND DEMAND, OECD, Paris (February 1982).

(21) 1974 ASSESSMENT OF CANADA'S URANIUM SUPPLY AND DEMAND, Energy, Mines and Resources Canada (August 1975).

(22) 1975 ASSESSMENT OF CANADA'S URANIUM SUPPLY AND DEMAND, Energy, Mines and Resources Canada (June 1976).

(23) 1976 ASSESSMENT OF CANADA'S URANIUM SUPPLY AND DEMAND, Energy, Mines and Resources Canada, Report EP 77-3 (June 1977).

(24) 1977 ASSESSMENT OF CANADA'S URANIUM SUPPLY AND DEMAND, Energy, Mines and Resources Canada, Report EP 78-3 (June 1978).

(25) 1978 ASSESSMENT OF CANADA'S URANIUM SUPPLY AND DEMAND, Energy, Mines and Resources Canada, Report EP 79-3 (June 1979).

(26) URANIUM IN CANADA: 1979 ASSESSMENT OF SUPPLY AND REQUIREMENTS, Energy, Mines and Resources Canada, Report EP 80-3 (September 1980).

BIBLIOGRAPHY

The following documents, while not specifically referenced in the subject report, are recommended as important additional sources of information about Canadian uranium resources, exploration and production activities.

NEA/IAEA, URANIUM EXPLORATION METHODS,
Review of the NEA/IAEA R&D Program, Proceedings of a Symposium, OECD, Paris, 1982.

NEA/IAEA, URANIUM EXTRACTION TECHNOLOGY,
Current Practice and New Developments in Ore Processing, OECD, Paris, 1983.

IAEA, URANIUM EXPLORATION CASE HISTORIES,
Proceedings of an IAEA Advisory Group Meeting (jointly organized by IAEA and NEA), IAEA, Vienna, 1981.

Aspin, N., Williams, R. M., and Dakers, R. G.: CANADA'S URANIUM FUTURE, BASED ON FORTY YEARS OF DEVELOPMENT; Paper IAEA-CN-42/142, Volume 3 of Proceedings of an International Conference on Nuclear Power Experience, Vienna, 1983. (Published separately by Atomic Energy of Canada Limited as AECL-7765, Sept. 1982).

Cameron, E. M. editor: URANIUM EXPLORATION IN THE ATHABASCA BASIN, SASKATCHEWAN, CANADA; Geological Survey of Canada Paper 82-11, 1983. (in press)

Note: Both OECD and IAEA documents are available in Canada through:

Renouf Publishing Company Limited
2182 St. Catherine Street West
Montreal, Quebec H3H 1M7
Telephone (514) 937-3519

Énergie, Mines et Ressources Canada
Energy, Mines and Resources Canada

L'uranium au Canada - Évaluation en 1982 de l'offre et des besoins

Rapport EP 83-3
Septembre 1983

Canada

Partie supérieure: À gauche, la centrale nucléaire de Gentilly 2, dotée d'un réacteur CANDU de 600 MW, et qui relève de l'Hydro-Québec, a été mise en service en 1982.

- Énergie atomique du Canada Limitée.

Partie inférieure: Le projet d'exploitation de l'uranium de Key Lake, dont les travaux sont en cours dans le nord de la Saskatchewan, devrait permettre la production de concentrés vers la fin de 1983.

- Saskatchewan Mining Development Corporation.

Énergie, Mines et Ressources Canada
Energy, Mines and Resources Canada

L'uranium au Canada
Évaluation en 1982 de l'offre et des besoins

Rapport EP 83-3

Septembre 1983

Remerciements

Le Groupe de l'évaluation des ressources en uranium tient à exprimer sa reconnaissance aux représentants du ministère des Ressources naturelles de l'Ontario, du ministère des Ressources minérales de la Saskatchewan, du ministère des Ressources naturelles du Nouveau-Brunswick, du ministère des Mines et de l'Énergie de la Nouvelle-Écosse, du ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, et du ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien pour l'aide qu'ils ont apportée à l'évaluation des ressources en uranium dans leurs domaines respectifs.

Also available in English.

Publié sous l'autorité du
ministre d'Énergie, Mines et Ressources Canada

Distribution sur demande:
Direction des communications
580, rue Booth
Ottawa (Ontario) K1A 0E4

Ministre d'Approvisionnements et
Service Canada, 1983
N° de cat. M23-12/83-3
ISBN 0-662-52678-3

TABLE DES MATIÈRES

Page

Avant-propos vi

Résumé 1

PREMIÈRE PARTIE
PERSPECTIVES À COURT TERME

I. APPROVISIONNEMENTS 3

a) Sources
Tonnages mesurés, indiqués et présumés 3

b) Disponibilité de l'uranium
Installations existantes et commandées 12
Potentiel supplémentaire de production 18
Capacité théorique prévue de production 18

II. BESOINS

a) Besoins en uranium du Canada et protection de ses approvisionnements 20

b) Engagements au pays et à l'étranger 23

DEUXIÈME PARTIE
PERSPECTIVES À LONG TERME

I. APPROVISIONNEMENTS 25

a) Sources
Ressources pronostiquées 25
Ressources spéculatives 26
Travaux d'exploration 32

b) Disponibilité de l'uranium 37

II. BESOINS

a) Perspectives de croissance de l'énergie nucléaire 39

b) Exigences pour l'industrie productrice d'uranium 40

Annexe 1. Politique canadienne en matière d'exportation de l'uranium 41

Annexe 2. Groupe de l'évaluation des ressources en uranium (GERU) 42

Annexe 3. Historique des évaluations des ressources canadiennes en uranium 43

Annexe 4. Définition des ressources et terminologie de la production 44

Références 48

Bibliographie 50

FIGURES

PAGE

Figure 1. Principales régions du Canada et leurs gisements d'uranium déterminés. 5

Figure 2. Principaux gisements d'uranium de la Saskatchewan. 10

Figure 3. District de production d'Elliot Lake (Ontario). 11

Figure 4. Comparaison entre la capacité théorique de production prévue et les besoins annuels estimés en uranium du Canada. 19

Figure 5. Ressources d'uranium contenu dans du minerai exploitable au Canada (31 décembre 1982). 20

Figure 6. Approvisionnements en uranium destinés à être utilisés au pays, 1983. 22

Figure 7. Besoins, approvisionnements, engagements et excédents disponibles d'uranium (31 décembre 1982). 22

Figure 8. Zones pouvant présenter des indices de gisements uranifères au Canada. 29

Figure 9. Total de la superficie couverte par les levés radiométriques et les études géochimiques parrainées par le gouvernement. 31

Figure 10. Répercussions sur les dépenses engagées dans l'exploration de l'uranium au Canada des fluctuations des prix de l'uranium, 1971-1982. 36

Figure 11. Répartition des dépenses d'exploration de l'uranium au Canada entre les provinces et territoires, 1976-1982. 37

Figure 12. Apport de l'énergie nucléaire à la production d'électricité dans des pays donnés, 1982 et l'an 2000. 40

Figure A-1. Mode de classification des ressources en uranium récupérable (Énergie, Mines et Ressources Canada). 46

TABLEAUX

PAGE

Tableau 1. Estimation en 1982 des ressources canadiennes en uranium contenu dans du minerai exploitable. 6

Tableau 2. Estimation de 1982 des ressources en uranium récupérable du minerai exploitable au Canada. 8

Tableau 3. Main-d'œuvre des producteurs canadiens d'uranium. 15

Tableau 4a. Centres de production existants et commandés, juin 1983. 16

Tableau 4b. Éventuels centres de production d'uranium, juin 1983. 17

Tableau 5. Estimation de la capacité théorique annuelle de production d'uranium à partir des gisements connus du Canada. 19

Tableau 6. Centrales nucléaires au Canada, juin 1983. 21

Tableau 7. Estimation des besoins annuels en uranium du Canada. 22

Tableau 8. Uranium exporté en vertu de contrats étudiés depuis le 5 septembre 1974. 24

Tableau 9. Exportations d'uranium canadien en 1982. 24

Tableau 10. Estimation de 1982 des ressources pronostiquées en uranium contenu dans du minerai exploitable au Canada. 25

Tableau 11. Total des dépenses des levés radiométriques et des études géochimiques parrainées par le gouvernement et de la superficie couverte par les travaux. 30

Tableau 12. Forages d'exploration et de mise en valeur en surface effectués au Canada, par province et territoire, 1980, 1981 et 1982. 34

Tableau 13. Dépenses engagées dans l'exploration de l'uranium au Canada, par province et territoire, 1980, 1981 et 1982. 35

Tableau 14. Illustration de la capacité théorique de production à long terme dans les gisements connus au Canada. 38

AVANT-PROPOS

En 1974, le ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources (EMR) a créé le Groupe de l'évaluation des ressources en uranium (GERU) au sein d'EMR pour qu'il procède à l'estimation annuelle des ressources canadiennes en uranium aux fins de l'application de la politique fédérale en matière d'exportation de l'uranium. Les objectifs de la politique, la composition et le mandat du GERU et les renseignements généraux concernant l'activité d'évaluation des ressources en uranium à EMR sont donnés dans les annexes 1, 2 et 3 respectivement.

Le présent document constitue le huitième rapport d'une série publiée périodiquement pour présenter les résultats des évaluations du GERU. Les sept premiers rapports (1974 à 1980) ont été publiés annuellement, mais le huitième, l'évaluation de 1982, marque le début du calendrier de publication biennale. Certains résultats paraissant dans l'évaluation provisoire (1981) ont été repris dans le présent rapport dans le but de maintenir la continuité.

Le rapport compte deux parties. La première porte sur la capacité théorique et les besoins canadiens en matière d'approvisionnement d'uranium pour les dix à douze prochaines années (autrement dit, à court terme). La seconde, consacrée aux perspectives à long terme, soit au-delà de 1995, donne le taux possible d'épuisement des gisements déterminés, le potentiel de découvertes additionnelles et l'ampleur des travaux d'exploration effectués en vue de le réaliser. Afin de mieux comprendre les données présentées dans le rapport, il est essentiel de maîtriser la terminologie des ressources et de la production qu'on définit à l'annexe 4.

RÉSUMÉ

Les conditions économiques auxquelles l'industrie de l'uranium est assujettie ont considérablement changé depuis les évaluations du Groupe de l'évaluation des ressources en uranium (GERU) concernant la fin des années 70. Les coûts de production n'ont cessé d'augmenter, mais sans les hausses correspondantes des prix de l'uranium. Selon une étude des répercussions de ces changements économiques sur le capital-ressources canadien en uranium, une part importante des ressources canadiennes en uranium déjà évaluées revêt dorénavant une importance économique moindre dans l'immédiat.

Le GERU subdivise ses estimations des ressources en différents niveaux d'exploitabilité économique en se servant de catégories pour les prix de l'uranium. En 1982, une troisième catégorie de prix (supérieurs) a été établie dans le cadre d'une réévaluation économique. Les trois catégories sont les suivantes: (A) 115 $/kg U ou moins, (B) de 115 $ à 170 $/kg U et (C) de 170 $ à 340 $/kg U (dollars canadiens). La répartition entre les trois principales catégories de ressources a été la suivante:

Principales catégories de ressources	Tonnes d'uranium* contenu dans du minerai exploitable	
	(A plus B)	(C)
Mesurées	36 000	28 000
Indiquées	159 000	46 000
Présumées	241 000	63 000

Seule les ressources exploitables à des prix de 170 $/kg U ou moins, c'est-à-dire celles qui sont classées dans les deux catégories de prix inférieurs (A plus B), sont utilisées afin de garantir que des quantités suffisantes d'uranium seront réservées aux besoins nationaux. Les ressources estimatives exploitables à un prix situé entre 170 $ et 340 $/kg U (catégorie de prix C) ne présenteront vraisemblablement pas d'intérêt économique avant les années 90.

Les estimations des ressources indiquées et présumées sont, par définition, moins fiables que celles des ressources mesurées. Par conséquent, pour comparer le tonnage des ressources aux besoins nationaux prévus, des facteurs de pondération de 1,0, 0,8 et 0,7 sont appliqués respectivement aux quantités produites dans les catégories mesurées, indiquées et présumées (A plus B). Des facteurs individuels de récupération en usine sont également appliqués pour obtenir les réserves récupérables ajustées de tous les producteurs.

Il faudra consacrer environ 26 % du total des "réserves récupérables totales ajustées" de tous les producteurs canadiens d'uranium qui font le commerce de l'uranium pour répondre, pendant 30 ans, aux besoins en combustible (qui se chiffrent à 62 000 t U) des centrales nucléaires déjà en exploitation au Canada ou qui devraient l'être d'ici 1993, et dont la puissance globale atteint 15 087 mégawatts (MWe). Aucun ajout à la capacité n'est prévu pour cette période.

En 1982, les sept producteurs canadiens d'uranium primaire employaient 4 800 personnes dans leurs mines et leurs usines, et ils ont produit des concentrés contenant environ 8 075 t U. La capacité théorique de production d'uranium primaire prévue au Canada, qui est fondée sur les centres de production existants et commandés, passera de 7 500 t U en 1983 à quelque 12 000 t U vers la fin des annés 80. Si les conditions de marché le justifiaient, d'autres centres de production pourraient être mis en service afin d'accroître la capacité théorique de production à 15 000 t U au début des années 90.

Le présent rapport évalue également les ressources pronostiquées qui sont associées à des gisements connus et les ressources spéculatives qui pourraient exister dans des zones uranifères inexplorées ou ne présentant que des venues d'uranium. On estime que les ressources pronostiquées exploitables à un prix de 340 $/kg U ou moins contiennent 468 000 t U, soit environ l'équivalent des quantités

---

* Une tonne métrique d'uranium élémentaire (U), représentée sous la forme de t U, équivaut, en termes d'uranium contenu, à 1,2999 tonne courte d'oxyde d'uranium (U_3O_8).

déclarées en 1980. Les ressources spéculatives exploitables à un prix de 340 $/kg U ou moins, dans des zones évaluées au cours de 1982, contiendraient entre 1,2 et 1,4 million de tonnes d'uranium.

Au Canada, les dépenses d'exploration en vue de trouver de l'uranium en 1981 et 1982 se sont chiffrées respectivement à 102 et 71 millions de dollars, ce qui constitue une baisse marquée par rapport aux 128 millions de dollars engagés en 1980. Durant ces deux années, les travaux de forage d'exploration et de mise en valeur en surface ont totalisé respectivement 359 000 et 247 000 mètres; environ 85 % des travaux ont été effectués en Saskatchewan.

D'après l'évaluation de 1982 du GERU, il est évident que nos ressources d'uranium déterminées exploitables à un prix de 170 $/kg U ou moins suffiront amplement à alimenter, pour une période de 30 ans, les réacteurs qui existent à l'heure actuelle, ceux qui font l'objet d'engagements ou ceux qui sont censés être mis en service d'ici 1993. Il s'ensuit qu'une part importante de ces ressources est excédentaire aux besoins canadiens et pourra donc faire l'objet d'exportations.

À long terme, il est évident qu'il existe un potentiel important de découvertes additionnelles au Canada et, vu les encouragements offerts par la demande accrue d'uranium, une part importante de ces ressources sera sans doute mise en valeur. Étant donnée l'actuelle capacité théorique de production et le potentiel de découvertes additionnelles au Canada, nous avons toutes les raisons de croire que le Canada peut continuer à répondre à ses propres besoins tout en conservant sa place de choix sur le marché mondial de l'uranium.

PREMIÈRE PARTIE
PERSPECTIVES À COURT TERME

1. APPROVISIONNEMENT

a) Sources

Tonnages mesurés, indiqués et présumés

Il s'est avéré, avec la détérioration du marché de l'uranium qui est survenue depuis la fin de 1979, qu'une longue période caractérisée par des prix faibles pourrait nuire aux promesses économiques suscitées par le capital-ressources en uranium du Canada. En 1981, année où une évaluation provisoire a été publiée, le Groupe de l'évaluation des ressources en uranium (GERU) a déployé des efforts considérables en vue d'étudier les répercussions de la hausse des coûts de production et des prix faibles sur les gisements d'uranium des régions productives déterminées. Les efforts ont porté sur l'élaboration de nouvelles méthodes pour évaluer les ressources, p. ex.: les évaluations informatisées des teneurs économiquement rentable multiples, ainsi que sur la création officielle d'une troisième catégorie de prix (supérieurs) pour permettre l'inventaire des ressources d'uranium qui ne seront peut-être pas rentables tant que les prix n'auront pas augmenté. Dans l'ensemble, ces initiatives ont permis de procéder à une nouvelle catégorisation économique de la plupart des ressources existantes d'uranium au Canada.

La terminologie et les définitions employées par Énergie, Mines et Ressources Canada (EMR) ainsi que leur rapport avec les termes et définitions de l'Agence de l'énergie nucléaire (AEN) de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) et de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) sont donnés à l'annexe 4.

Aux fins de la politique, c'est-à-dire pour s'assurer que l'on conserve assez d'uranium pour répondre aux besoins nationaux, EMR n'a tenu compte que des ressources mesurées, indiquées et présumées en uranium. Les estimations de 1982 pour ces trois catégories sont données au tableau 1. De plus, les résultats de l'évaluation de 1980 ont été inscrits à des fins de comparaison (1). Pour la plupart, ces ressources sont associées aux gisements situés dans les régions mentionnées à la figure 1. L'évaluation des ressources canadiennes en uranium en 1982, effectuée par le GERU à compter de décembre de cette année-là, a été faite en fonction de trois fourchettes de prix. La fourchette la plus basse (A) correspond à un prix sur le marché de l'uranium évalué à 115 $ CAN/kg U en décembre 1982, moment où la plupart des données nécessaires à l'évaluation ont été rassemblées, et la deuxième (B) va de 115 $ à 170 $/kg U. La troisième fourchette de prix (C) représente les ressources exploitables à un prix situé entre 170 $ et 340 $/kg U et n'a pas servi à déterminer si les quantités de ressources suffisent à répondre aux besoins nationaux. Toutes les quantités sont inscrites sous forme de tonnes d'uranium élémentaire, conformément à la pratique internationale. Les prix sont donnés en dollars canadiens par kilogramme d'uranium*.

---

* 1 $/lb U_3O_8 = 2,6 $/kg U.

Le prix de 115 $/kg U, qui marque le seuil de la catégorie A, a constitué le prix pondéré moyen exigé en 1982 pour tous les contrats d'exportation passés par les producteurs canadiens aux fins de livraison durant l'année. Les ventes au comptant, qui représentent environ 1 % du total des exportations, ont été incluses, bien que les prix établis à la suite du règlement de litiges ne l'aient pas été. Les tonnages classés dans la catégorie de prix A constituent donc le critère de l'importance économique des ressources canadiennes d'uranium à la date de l'évaluation.

Lorsque l'on compare les ressources canadiennes exploitables en uranium qui ont été révisées en 1982 avec les évaluations de 1980 (voir tableau 1), on remarque que le transfert des ressources de la catégorie de prix inférieurs à la nouvelle catégorie de prix supérieurs constitue le changement le plus important. Ce changement était surtout dû à l'augmentation soutenue des coûts de production sans la hausse correspondante des prix de l'uranium qui a forcé le GERU à fixer des teneurs économiquement exploitables plus élevées pour les ressources dans certaines propriétés. Le résultat global en a été la réduction de la quantité de ressources pouvant revêtir un intérêt économique dans l'immédiat et à court terme. Un autre facteur important, dans le cas de certaines propriétés, a été d'avoir supposé une plus grande puissance exploitable en raison de l'utilisation accrue de méthodes d'extraction plus mécanisées, et d'avoir appliqué des techniques modifiées d'évaluation.

Il est possible d'évaluer l'importance de ces facteurs en incluant ou en excluant la catégorie de prix C lorsque l'on compare les évaluations de 1982 et de 1980. Si l'on tient compte de cette catégorie de prix, il y a diminution d'environ 12 % des ressources mesurées, augmentation de 11 % des ressources indiquées et baisse de 4 % des ressources présumées. Si l'on n'en tient pas compte, on peut voir que les ressources mesurées, indiquées et présumées ont diminué respectivement de 51, 14 et 23 %.

À la fin de 1982, la somme des ressources mesurées, indiquées et présumées exploitables à un prix de 340 $/kg U ou moins était de 573 000 t U, soit la même chose que la somme comparable des ressources exploitables à un prix de 200 $/kg U ou moins en 1980, et ce malgré la production d'environ 15 800 t U en 1981-1982.

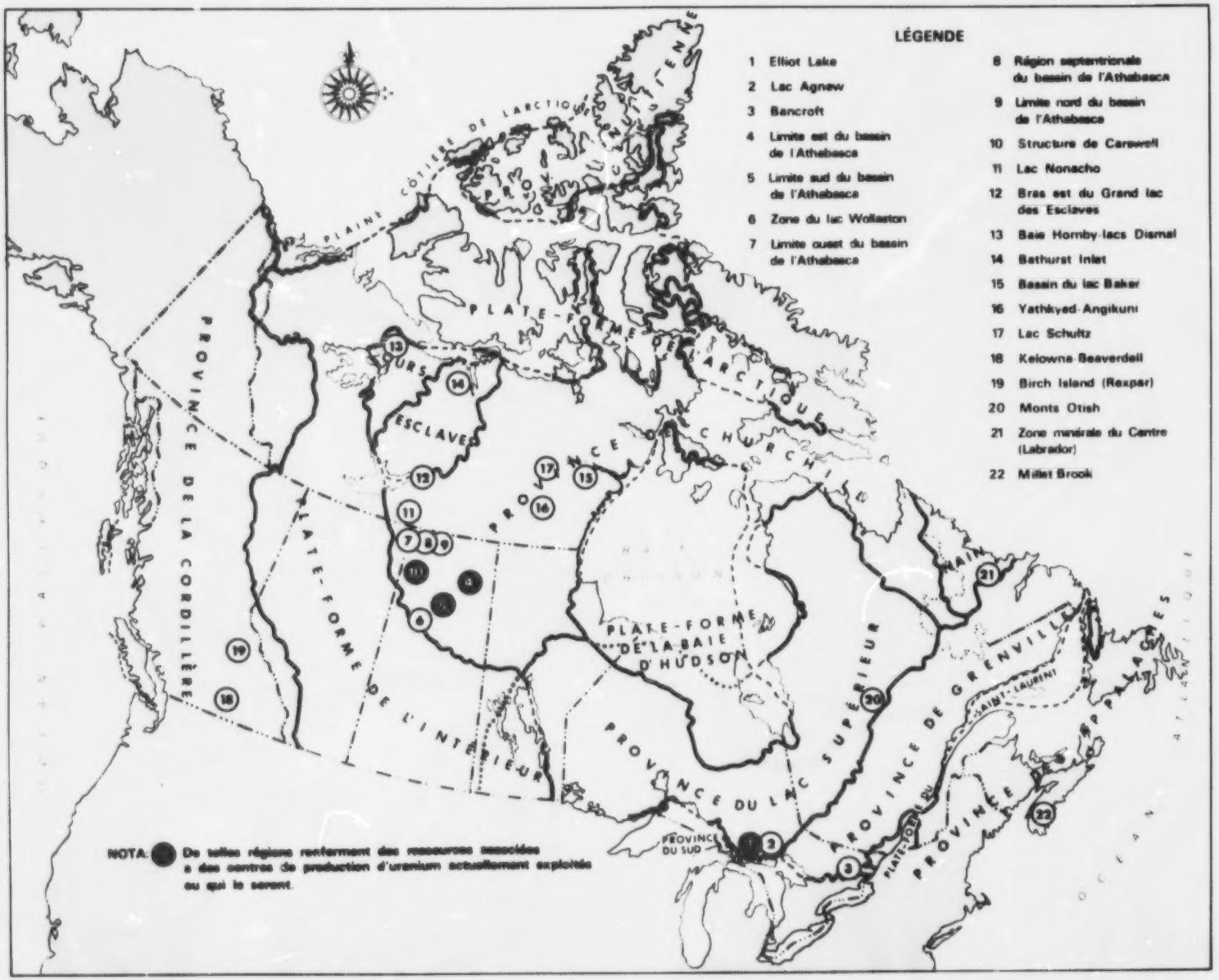


Figure 1. Principales régions du Canada et leurs gisements d'uranium déterminés.

TABLEAU 1

Estimations des ressources canadiennes en uranium contenu dans du minerai exploitable[a] 1980, 1982

Catégories de prix pour l'évaluation du minerai exploitable[b]	Mesurées		Indiquées		Présumées	
	En milliers de tonnes d'uranium					
	1982[c]	1980[d]	1982[c]	1980[d]	1982[c]	1980[d]
A	35	(67)	150	(163)	191	(214)
B	1	(6)	9	(22)	50	(101)
A + B	36	(73)	159	(185)	241	(315)
C	28	S/O	46	S/O	63	S/O
A + B + C	64	-	205	-	304	-

a) Les pertes en cours de traitement n'ont pas été déduites; la quantité d'uranium récupérable de ce minerai sera moindre (voir texte).

b) Les prix donnés se rapportent au prix d'une certaine quantité de concentrés d'uranium contenant 1 kg d'uranium élémentaire. Les prix ont été utilisés pour déterminer la teneur économiquement exploitable de chaque gisement évalué, en tenant compte des méthodes d'extraction utilisées et des pertes en cours de traitement prévues.

c) Dans l'évaluation de 1982, les catégories de prix étaient: (A) 115 $/kg U ou moins; (B) entre 115 et 170 $/kg U; et (C) entre 170 et 340 $/kg U.

d) Les chiffres entre parenthèses sont tirés de l'évaluation de 1980 pour laquelle les prix avaient été fixés à: (A) 135 $/kg U ou moins; et (B) entre 135 et 200 $/kg U. Les ressources n'ont pas été évaluées en fonction de la catégorie (C) de prix supérieurs (s/o: sans objet).

Pour la catégorisation en fonction du niveau du prix, c'est-à-dire le niveau de l'exploitabilité économique, on choisit des teneurs économiquement exploitables qui couvrent tous les coûts de production, compte tenu des pertes en cours de traitement, plus tous les coûts d'immobilisation ultérieurs nécessaires. On examine ensuite la différence entre la teneur économiquement exploitable et la teneur moyenne des ressources pour chaque gisement, afin de déterminer si elle est suffisante pour couvrir les impôts et redevances, les frais d'administration, les coûts d'exploration et de mise en valeur ultérieurs et pour offrir un taux de rendement acceptable du capital investi, c'est-à-dire les coûts associés à l'utilisation du capital. Si c'est le cas, le tonnage est déclaré exploitable à un prix considéré comme inférieur au seuil limite établi.

Il convient de noter que certaines ressources de faible qualité ont été classées dans une catégorie de prix supérieure à la catégorie C étant donné qu'elles ne peuvent être considérées comme exploitables qu'à des prix supérieurs à 340 $/kg U. Toutefois, les quantités en cause ne sont pas importantes.

Les estimations des ressources données au tableau 1 sont exprimées en termes d'uranium contenu dans du minerai exploitable. Dans les mines souterraines, de 75 à 85 % du minerai en place équivaut généralement à la quantité de minerai exploitable; en règle générale, il est possible d'obtenir des taux de récupération plus élevés dans les mines à ciel ouvert.

Il est important de noter la différence entre l'uranium contenu dans du minerai exploitable et l'uranium récupérable à partir d'un tel minerai. Quoique les pertes en cours de traitement du minerai aient été incluses dans la détermination des teneurs économiquement exploitables, les tonnages mentionnés dans le tableau 1 représentent des quantités d'uranium contenu dans du minerai exploitable; il s'agit d'ailleurs de la méthode classique utilisée pour rendre compte des ressources en métaux. Les taux de récupération en usine sont habituellement élevés s'échelonnant entre 85 et 96 % au Canada. En fait, la moyenne pondérée de la récupération en usine obtenue en 1982 pour les mines classiques en exploitation au pays a été de 93 %.

Afin de pouvoir comparer les estimations des ressources d'uranium à l'échelle internationale, les estimations des ressources d'uranium au Canada, en terme d'uranium récupérable du minerai exploitable, ont été préparées en vue d'être incluses dans l'évaluation des approvisionnements mondiaux en uranium de l'AEN/AIEA qui est censée être publiée en décembre 1983[2]. Le tableau 2, auquel on a appliqué les facteurs pertinents de la récupération en usine, fait état des ressources canadiennes en uranium exprimées en termes de quantités d'uranium récupérable.

TABLEAU 2

Estimation des ressources en uranium récupérable du minerai exploitable au Canada[a], 1982

Catégories de prix pour l'évaluation du minerai exploitable[b]	Mesurées	Indiquées	Présumées
	En milliers de tonnes d'uranium		
A	32	144	181
B	1	8	48
A + B	33	152	229
C	26	43	58
A + B + C	59	195	287

a) Les pertes prévues en cours de traitement ont été soustraites des quantités d'uranium contenu dans le minerai exploitable.

b) Pour l'estimation de 1982, les prix ont été fixés à: (A) 115 $/kg U ou moins, (B) entre 115 et 170 $/kg U et (C) entre 170 et 340 $/kg U.

Pour en arriver aux chiffres donnés au tableau 2, des facteurs de récupération réelle ou prévue en cours de traitement du minerai ont été appliqués individuellement aux ressources qui sont produites dans les centres de production existants et commandés. Pour ce qui est du reste des ressources, on a appliqué des facteurs de récupération estimative en cours de traitement du minerai, lesquels variaient en fonction de la teneur du minerai ou de l'expérience acquise pour du minerai de gisements semblables.

Environ 52 % du total des ressources des trois catégories (mesurées, indiquées et présumées) se trouvent en Ontario et 42 % en Saskatchewan. Dans l'évaluation de 1980, les pourcentages étaient respectivement de 63 et de 31 %. L'écart est largement dû à une réévaluation des principaux gisements d'Elliot Lake (Ontario) et du nord de la Saskatchewan; il illustre l'augmentation continuelle de l'importance relative des ressources de la Saskatchewan qui ont été mises en valeur depuis le début des années 70.

Environ la moitié des ressources mesurées, indiquées et présumées en uranium du Canada se trouvent dans des conglomérats à galets de quartz, surtout dans la région d'Elliot Lake, en Ontario, ce qui représente une diminution de leur importance relative depuis l'évaluation de 1980. Les teneurs moyennes de ces gisements varient généralement entre 0,05 et 0,10 % d'uranium. En raison de cette faible teneur, il n'est pas surprenant qu'une part importante du total des ressources mesurées, indiquées et présumées classées dans la catégorie de prix C soit attribuable à des gisements conglomératiques.

Des gisements alliés à des discordances, principalement dans le nord de la Saskatchewan, renferment presque toutes les autres ressources des trois catégories. La majorité des gisements de ce genre sont d'une minéralogie relativement simple et d'une teneur variant habituellement entre 0,2 et 0,6 % d'uranium. Un certain nombre de ces gisements de la Saskatchewan contiennent du minerai à minéralogie plus complexe et peuvent présenter des teneurs atteignant 40 à 50 % d'uranium dans certains échantillons; la moyenne se situe toutefois entre 2 et 5 % d'uranium.

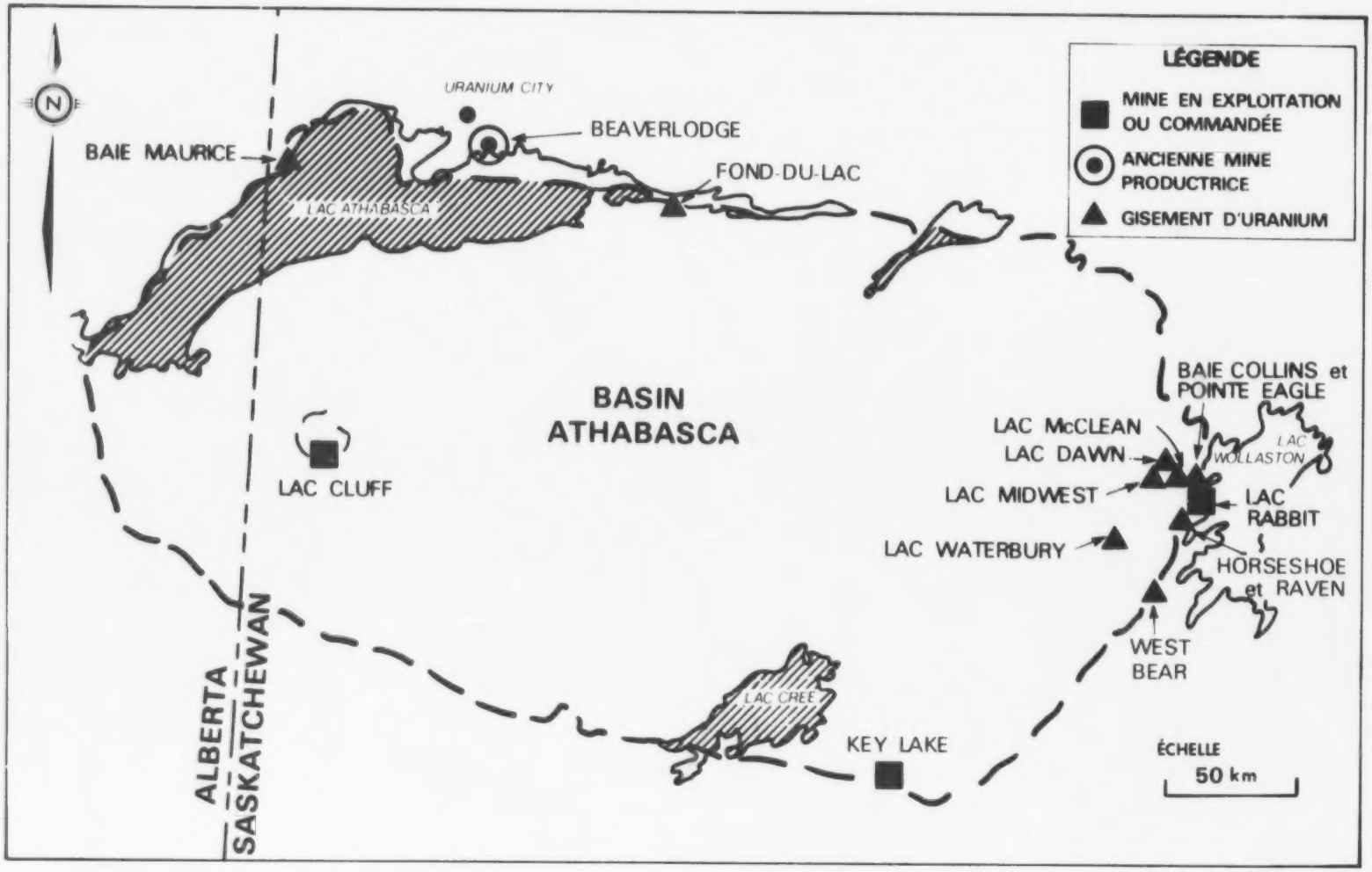


Figure 2. Principaux gisements d'uranium de la Saskatchewan.

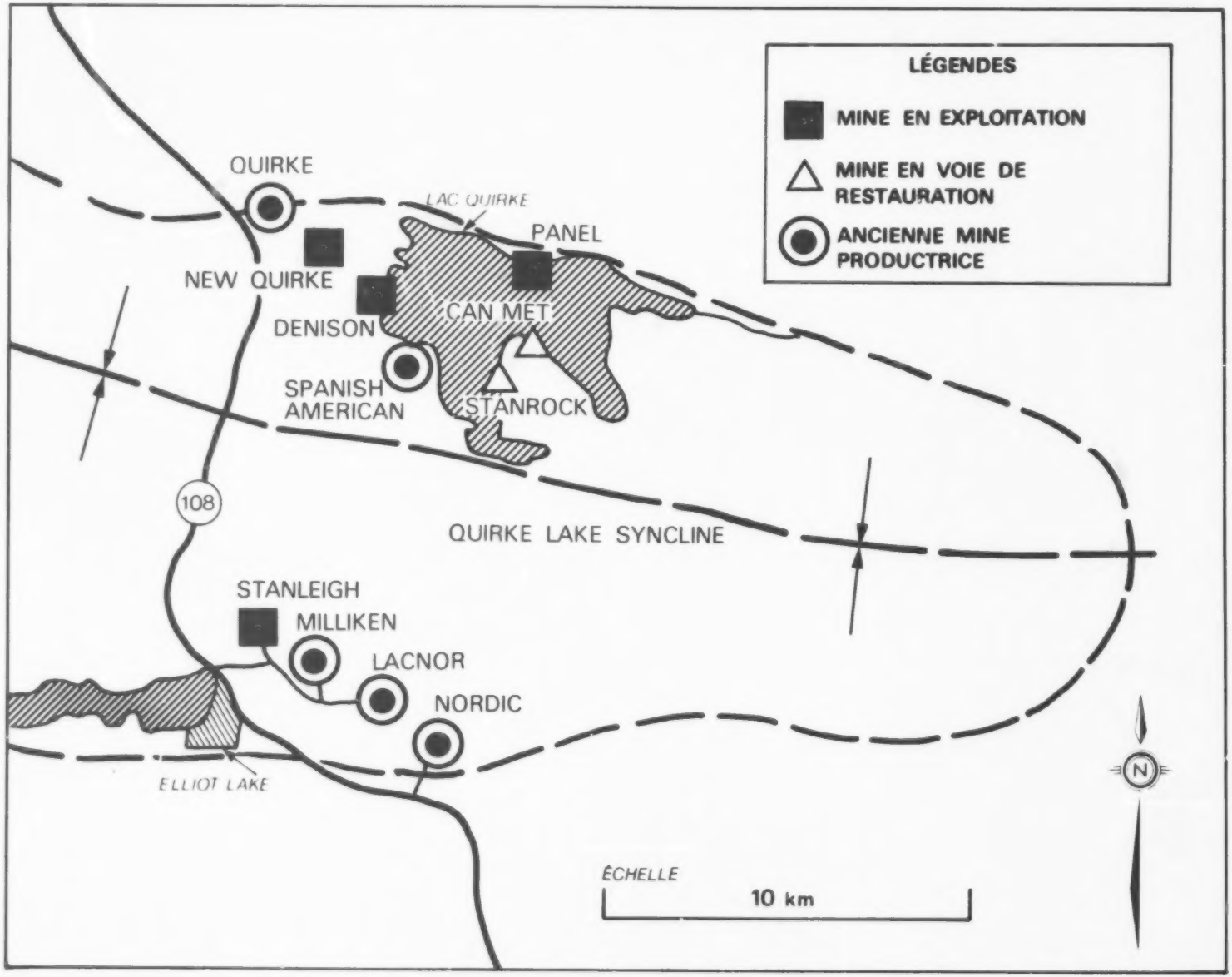


Figure 3. District de production d'Elliot Lake (Ontario).

b) Disponibilité de l'uranium

Installations existantes et commandées

En janvier 1982, le Canada comptait sept producteurs d'uranium primaire: la Denison Mines Limited, la Rio Algom Limitée, la Madawaska Mines Limited, l'Eldorado Nucléaire Limitée, la Cluff Mining (entreprise en participation de l'Amok Ltée et de la Saskatchewan Mining Development Corporation), les Minéraux Gulf du Canada Limitée/Uranerz Canada Limited (entreprise en participation de Rabbit Lake) et l'Agnew Lake Mines Limited. Les quatre premiers producteurs exploitaient des mines souterraines, le cinquième et le sixième, des mines à ciel ouvert et le septième utilisait un procédé de lixiviation en amas dans le sous-sol et en surface. Vers le milieu de l'année, toutefois, l'Eldorado et la Madawaska ont mis fin à leur exploitation. L'ESI Resources Limited, qui a commencé à récupérer l'uranium comme sous-produit de la production d'acide phosphorique vers la fin de 1980, est demeurée inactive en 1982[3].

En 1982, la production d'uranium primaire s'est chiffrée à 8 075 t U contre 7 722 t en 1981 et 7 152 t en 1980. Selon les estimations préliminaires, les livraisons d'uranium effectuées en 1982 par ces producteurs se sont élevées à 8 189 t U évaluées à 815 millions de dollars, contre des livraisons de 7 507 t U évaluées à 794 millions de dollars en 1981 et 6 739 t U évaluées à 702 millions de dollars en 1980.

En 1982, les quatre sociétés de l'Ontario ont produit environ 63 % de tout l'uranium du pays, le reste provenant des trois producteurs de la Saskatchewan. L'état actuel des installations existantes, ainsi que celui des usines nouvelles qui contribueront à augmenter la production d'uranium au Canada, sont décrits dans les paragraphes qui suivent.

Les installations d'Elliot Lake (Ontario) de la Denison Mines Limited ont fonctionné à leur capacité de production prévue durant 1982. Durant l'année, le volume du minerai traité à l'usine, dont la capacité est de 13 600 t de minerai par jour (t/j), a été de 10 645 t/j en moyenne. La production a atteint un niveau record de 29 % supérieur à celui de 1981. La mise en valeur de la mine souterraine des concessions adjacentes de Stanrock/Can-Met de la Denison a progressé selon le calendrier prévu et est censée se terminer d'ici 1985. Les premiers chargements de minerai provenant de ces zones remises en service ont été expédiés en juin.

Durant l'année, la Denison a mené des essais de lixiviation en amas du minerai à teneur plus faible trouvé au front de taille. En octobre, on a procédé à la lixiviation par pulvérisation et ruissellement d'environ 70 000 tonnes de minerai souterrain constituant les réserves. En 1983, on prévoyait de réaliser des essais plus poussés dans le but de démontrer la faisabilité d'importants travaux de lixiviation effectuées sous terre. Si les résultats des tests continuent d'être positifs, il semble que la lixiviation sur place pourrait éventuellement constituer une part importante de la production globale de la société.

Aux installations d'Elliot Lake de la Rio Algom Limitée, la production d'uranium de l'usine Panel d'une capacité de 2 990 t/j a été supérieure à celle de 1981, bien qu'il y ait eu une légère diminution à l'usine Quirke d'une capacité de 6 350 t/j. Les livraisons provenant des deux usines ont totalisé quelque 2 412 t U. La prolongation des interruptions habituelles de la période des vacances durant le troisième trimestre, la baisse déclarée de la teneur du minerai exploité et la réduction prévue de la production de l'usine Quirke afin de la faire correspondre plus étroitement aux livraisons prévues dans les contrats existants, ont été des facteurs qui ont influé à la baisse sur les niveaux de production de 1982.

La remise en service de la concession Stanleigh de la Rio Algom a progressé selon les délais et les coûts prévus. À la fin du premier trimestre de 1982, on avait dépensé ou on s'était engagé à dépenser quelque 243 millions de dollars à Stanleigh. L'investissement total pour la remise en service des installations est de 385 millions de dollars. La production de concentrés dans l'usine de 4 540 t/j débutera en juillet 1983 et devrait atteindre 3 855 t/j en mars 1984; cette capacité devrait permettre, à

court terme, de respecter les contrats. C'est l'Hydro-Ontario qui finance le projet et qui achètera la production.

La Madawaska Mines Limited a été avisée en mars 1982 que son contrat de vente à long terme avec la société gouvernementale italienne AGIP SpA prendrait fin. L'AGIP a convenu d'accepter des concentrés jusqu'à la date de cessation du contrat, soit le 30 juin, et de fournir des fonds en vue d'aider à payer les frais de suspension des activités s'il devait y avoir interruption de l'exploitation. La production s'est poursuivie jusqu'au début de juillet 1982, date de l'arrêt de toutes les activités d'extraction et de broyage. Les installations de Bancroft (Ontario) seront mises en veilleuse en attendant l'amélioration des conditions sur le marché de l'uranium.

Aux installations de récupération par lixiviation de l'Agnew Lake Mines Limited, situées à 90 km à l'est d'Elliot Lake, les programmes environnementaux préalables à l'interruption de l'activité ont progressé de façon satisfaisante en 1982, les principaux efforts étant déployés en vue du stockage des réserves en surface dans les zones réservées à cette fin. En novembre, il a été décidé que les installations n'étaient plus rentables et que la solution servant à la lixiviation et provenant des gradins souterrains serait drainée en vue de la fermeture de la mine. L'activité a cessé en mars 1983 en attendant que les agences de réglementation du gouvernement donnent leur approbation finale à la fermeture des installations.

Le 30 juin 1982, l'Eldorado Nucléaire Limitée a fermé sa mine Beaverlodge près d'Uranium City (Saskatchewan) après plus de 30 ans d'exploitation. L'usine est restée ouverte jusqu'en octobre afin qu'on puisse traiter le minerai uranifère en stock dans le circuit. Durant l'année, le volume du minerai traité dans l'usine a été de 945 t/j en moyenne. Cent dix employés sont demeurés sur place en vue de l'achèvement des programmes de récupération et de remise en état approuvés par les organismes de réglementation du gouvernement fédéral et de la Saskatchewan.

Le 1er octobre 1982, l'Eldorado a annoncé qu'elle avait fini d'acheter toutes les actions de la société les Minéraux Gulf du Canada Limitée et de l'Uranerz Canada Limited, en échange d'environ 4 000 t U prélevé à même ses stocks. Grâce à cette acquisition, l'Eldorado est devenue l'unique propriétaire du complexe de Rabbit Lake, qui appartenait auparavant à la société Gulf (51 %) et à l'Uranerz (49 %), et de ses importantes ressources en uranium. En décembre, l'Eldorado Nucléaire Limitée a subi une restructuration; les installations de Rabbit Lake seront connues sous l'appellation Eldor Mines et constitueront une division de l'Eldorado Resources Limited.

L'activité d'extraction a été interrompue temporairement entre juin et octobre 1982 à la mine à ciel ouvert de Rabbit Lake, mais les réserves de minerai sont assez grandes pour alimenter l'usine jusqu'en 1985. La production d'uranium de l'usine a été supérieure à celle de 1981. Vers la fin de mars 1983, une entente de concession du sol a été signée avec le gouvernement de la Saskatchewan et permettait à l'Eldor de mettre en valeur le gisement "B" de Collins Bay afin de maintenir le débit à l'usine de Rabbit Lake d'une capacité de 1 500 t/j. La mise en valeur de la zone "B" et, par la suite des zones "A" et "D" du gisement de Collins Bay permettrait de poursuivre l'exploitation de l'usine de Rabbit Lake durant les années 90.

Dans les installations de la Cluff Mining, qui sont situées dans le Nord de la Saskatchewan et qui appartiennent à l'Amok Ltée (80 %) et à la Saskatchewan Mining Development Corporation (SMDC) (20 %), la production à partir du minerai de réserve a presque atteint, durant l'année, la capacité nominale en Phase I qui est de 1 500 t U par année. En Phase I, l'extraction et la mise en réserve des 5 000 t U du gisement "D" ont eu lieu entre juin 1980 et octobre 1981. Le traitement du minerai "D" est censé se poursuivre jusqu'au milieu de 1984.

En 1982, la Cluff Mining a été autorisée à terminer un petit projet expérimental d'extraction en surface au gisement Claude, afin de vérifier la teneur

du minerai et d'optimiser les méthodes d'extraction prévues en Phase II. Les autorisations en matière d'environnement ont été obtenues en juillet 1983 pour la Phase II, et la société pourra ainsi aller de l'avant avec la mise en valeur des autres gisements à faible teneur qui sont situés à proximité. Les gisements à exploiter sont les suivants: Claude, O-P et NRF. Quelque 100 millions de dollars seront engagés dans la Phase II entre 1983 et 1985 afin de payer un projet d'expansion majeure (jusqu'à 800 t/j) de l'usine, de façon qu'on puisse y traiter les quantités accrues de minerai à faible teneur en uranium.

La Key Lake Mining Corporation (KLMC)* a procédé plus tôt que prévu au décapage du gisement Gaertner situé à Key Lake dans la partie centre-nord de la Saskatchewan. L'enlèvement des morts-terrains sableux a pris fin en 1982, permettant l'enlèvement des galets au-dessus du gisement proprement dit. Au milieu de 1982, plus de 85 % des travaux de génie au chantier de construction avaient pris fin et tout le matériel avait été acheté. Malgré une grève de trois mois déclenchée par cinq syndicats durant l'été, les travaux de construction ont progressé selon le programme établi; plus de 50 % des travaux concernant l'usine étaient terminés en décembre. L'usine d'une capacité de 700 t/j est censée produire pour la première fois au mois d'octobre 1983 et tourner à pleine capacité d'ici le milieu de 1984. Les travaux de décapage du gisement Deilmann sont prévus pour le milieu des années 80 en prévision de l'épuisement des ressources du gisement Gaertner censé se produire vers 1990.

---

* La KLMC est une entreprise en participation de la SMDC (la moitié), de l'Uranerz Exploration and Mining Limited (un tiers) et des Ressources Eldor Limitée (propriété exclusive de l'Eldorado Nucléaire Limitée, un sixième).

À la fin d'octobre 1981, l'ESI Resources Limited, filiale en propriété exclusive de l'Earth Science Inc. de Golden, Colorado, a mis fin à l'exploitation de ses installations de production d'uranium comme sous-produit, situées à Calgary (Alberta); l'uranium était récupéré de l'acide phosphorique produit dans l'usine adjacente exploitée par la Western Co-operative Fertilizers Limited. À la fin de 1981, on avait produit quelque 12 t U. Puisque l'uranium a été extrait de roches phosphatées importées des États-Unis et destinées à ces marchés, il n'est pas inclu dans les chiffres totaux de production pour le Canada. La production est censée reprendre vers la fin de 1983, à un rythme d'environ 45 t U par année, une fois que certaines modifications auront été apportées à l'usine.

Comme l'indique le tableau 3, l'effectif dans les installations de production d'uranium au Canada en décembre 1982 s'élevait à 4 800 employés, dont environ 1 840 travaillaient dans les mines, tant souterraines qu'à ciel ouvert, et 647 dans les usines; le reste de la main-d'œuvre était affecté aux services généraux. Les employés des sièges sociaux et les travailleurs de la construction ne sont pas inclus. Comparés aux quelque 6 000 employés en 1980, les chiffres pour 1982 révèlent qu'environ 1 200 emplois ont été perdus, surtout à cause de l'arrêt de la production à Madawaska et à Beaverlodge, et de la fermeture progressive des installations d'Agnew Lake.

Au début de 1983, le Canada comptait huit centres de production d'uranium existants ou commandés. Le tableau 4a fait le bilan des données clés sur l'exploitation et la capacité de ces centres.

TABLEAU 3

Main-d'œuvre des producteurs canadiens d'uranium
(31 décembre 1982)

Société (mine)	Nombre total d'employés (mine, usine, services généraux)
Agnew Lake Mines Limited	53
Cluff Mining (Amok Ltée/SMDC)	304
Denison Mines Limited	2 027
Eldorado Nucléaire Limitée (Beaverlodge)	120
Minéraux Gulf du Canada Limitée/ Uranerz Canada Limited (Rabbit Lake)[a]	330
Madawaska Mines Limited (Faraday)	9
Rio Algom Limitée (Panel)	713
(Quirke)	1 271
Total, tous les producteurs	4 827

a) Acquises par l'Eldorado Nucléaire Limitée (voir texte).

TABLEAU 4a

Centres de production existants et commandés, juin 1983

Nom de la société et emplacement de l'usine	Date de démarrage	Type de gisement[a] et méthode d'extraction[b]	Usine de traitement: Méthode[c] et pourcentage de récupération[d]	Usine de traitement: Capacité nominale quotidienne	Usine de traitement: Production annuelle[e]
A. EXISTANTS				(en tonnes)	(en tonnes d'uranium)
Cluff Mining - Phase I (Amok Limitée/SMDC) Cluff Lake (Sask.)	1980	AD/CO/ST	LA/PD/93	<100	1 469
Denison Mines Limited Elliot Lake (Ont.)	1957	Cong/ST	LA/EI/91	13 610	2 359
Eldorado Resources Ltd. Rabbit Lake (Sask.)	1975	AD/CO	LA/ES/94	1 500	1 210
Madawaska Mines Ltd. Bancroft (Ont.)	en veilleuse[f]	Peg/ST	LA/EI/95	1 360	153
Rio Algom Ltée Elliot Lake (Ont.)					
a) usine Quirke	1968[g]	Cong/ST	LA/EI/94	6 350	1 672
b) usine Panel	1979[h]	Cong/ST	LA/EI/94	2 990	865
B. COMMANDÉS					
Key Lake Mining Corp. Key Lake (Sask.)	1983	AD/CO	LA^2/ES/97	500 - 700	3 100- 4 600
Rio Algom Ltée Elliot Lake (Ont.) Usine Stanleigh	1983[i]	Cong/ST	LA/EI/..	4 540	. .

. . : données non disponibles.

a) Types de gisement: Conglomérat (Cong), allié aux discordances (AD), pegmatitique (Peg).
b) Méthodes d'extraction: souterraine (ST), à ciel ouvert (CO).
c) Méthodes de traitement du minerai: lixiviation à l'acide (LA), lixiviation à l'acide en deux étapes (LA^2), échange ionique (EI), précipitation directe (PD), extraction au solvant (ES); pour plus de détails, consulter le document intitulé "Uranium Extraction Technology", AEN/AIEA, Paris, 1983.
d) Récupération lors du traitement: données de production pour 1982 ou données prévues pour Key Lake.
e) Production réelle en 1982 ou production prévue pour Key Lake.

f) Exploitée de 1957 à 1964, restauration en vue de la remise en service en 1976.
g) Exploitée de 1956 à 1961 (ancienne mine Quirke), puis restaurée en vue de la production tirée de la nouvelle mine Quirke.
h) Exploitée de 1958 à 1961, puis restaurée.
i) Exploitée de 1958 à 1961, en voie d'être restaurée.

TABLEAU 4b

Éventuels centres de production d'uranium, juin 1983

Projet et emplacement de la propriété	Société	Type de gisement
A. ONTARIO		
Projet Milliken/Lacnor/Nordic, Elliot Lake (Ont.)	Rio Algom Limitée	Conglomérat
B. SASKATCHEWAN		
Projet Dawn Lake, Dawn Lake (Sask.)	Saskatchewan Mining Development Corporation	Allié aux discordances
Projet McClean Lake, McClean Lake (Sask.)	Canadian Occidental Petroleum Limited	Allié aux discordances
Projet Midwest Lake, Midwest Lake (Sask.)	Canada Wide Mines Ltd.	Allié aux discordances
Projet Waterbury Lake, Waterbury Lake (Sask.)	SERU nucléaire (Canada) Limitée	Allié aux discordances
C. AUTRES		
Projet Birch Island, Birch Island (C.-B.)	Consolidated Rexspar Minerals and Chemicals Limited	D'origine volcanique
Projet Blizzard, Beaverdell (C.-B.)	Ressources énergétiques Norcen Limitée	Grès
Projet Kitts-Michelin, Makkovik (T.-N.)	Brinco Limited	Filonien et d'origine volcanique
Projet Lone Gull, près de Baker Lake (T.-N.)	Urangesellschaft Canada Limited	Allié aux discordances

Potentiel supplémentaire de production

En plus des centres de production existants et commandés déjà mentionnés au tableau 4a, il existe plusieurs projets, à divers stades de réalisation, qui pourraient devenir, selon les conditions du marché (3), des sources d'uranium avant 1995. Le tableau 4b fait le bilan de ces projets.

Les travaux de mise en valeur concernant plusieurs de ces projets ont été reportés en attendant l'amélioration des conditions du marché de l'uranium (p. ex.: les projets Milliken/Lacnor/Nordic, Midwest Lake et Kitts-Michelin), et les travaux dans le cadre des deux projets en Colombie-Britannique (soit Birch Island et Blizzard) ont été interrompus au début de 1980, car le gouvernement de la province a imposé un moratoire de 7 ans sur les travaux d'exploration et d'extraction de l'uranium.

En 1981 et 1982, toutefois, le forage d'exploration et les études de faisabilité dans le cadre de plusieurs autres projets (p. ex.: Dawn Lake, McClean Lake, Waterbury Lake et Lone Gull) se sont poursuivis sans pour autant qu'on établisse des plans déterminés de production. L'exploitant du projet de Dawn Lake (l'Asamera Inc. jusqu'au milieu de 1982) a annoncé une augmentation importante des réserves. La Canadian Occidental Petroleum Limited a découvert un nouveau gisement près de celui de McClean Lake. L'annonce d'une découverte à Waterbury Lake (voir section sur les activités d'exploration de l'uranium) par la SERU nucléaire (Canada) Limitée au début de 1983 revêt une importance particulière. On peut s'attendre qu'un certain nombre de ces projets en arriveront éventuellement à l'étape de la production.

Capacité théorique prévue de production

Afin de donner un aperçu de la disponibilité de l'uranium à court terme, on a établi deux projections de la capacité théorique de production au Canada jusqu'en 1995 (voir le tableau 5 et l'illustration de la figure 4). Le scénario minimal est fondé sur la capacité théorique assurée de production, soit celle des centres de production existants et commandés seulement (c'est-à-dire ceux qui sont énumérés au tableau 4a) mais non sur les installations mises en veilleuse. Dans les prévisions, on suppose des niveaux de production qui peuvent être atteints en pratique et en réalité, dans des circonstances favorables. De même, seules les ressources mesurées, indiquées et présumées, dans les catégories de prix A plus B (c'est-à-dire le minerai exploitable à des prix de 170 $/kg U ou moins) ont été incluses dans les prévisions. La durée de vie des centres de production pourrait être accrue, dans certains cas, grâce à l'exploitation des ressources associées vendues à des prix plus élevés ou grâce à des ajouts aux ressources classées dans la catégorie de prix A plus B résultant de travaux continus d'exploration et de mise en valeur.

Le scénario maximal est fondé sur la capacité théorique de production supplémentaire qui pourrait être mise en valeur avec la création de nouveaux débouchés. En plus des centres de production mentionnés dans le scénario minimal, ce scénario tient compte de nouveaux centres de production choisis parmi la liste des projets (tableau 4b), où il existe des ressources de quantité et de qualité suffisantes pour permettre la rentabilité de la production. Comme c'est le cas pour le scénario minimal, seules les ressources mesurées, indiquées et présumées dans les catégories de prix A plus B (c'est-à-dire le minerai exploitable à un prix de 170 $/kg U ou moins) ont été considérées. On a assumé que ces centres de production pourraient être aménagés dans des délais de démarrage conformes à ceux du passé.

Aucun des scénarios ne représente une projection de la production réelle. En fait, ils ont pour but d'illustrer les niveaux de production qu'il serait possible d'atteindre en exploitant les gisements connus, si les conditions de marché sont favorables. Il est évident que les données du scénario minimal sont plus prudentes étant donné qu'elles sont fondées sur les centres existants et commandés. La production réelle dans ces centres dépendra d'un certain nombre de variables opérationnelles et pourrait différer des capacités théoriques prévues. S'il y avait amélioration des conditions de marché, on aurait recours au scénario maximal qui est plus optimiste mais qui illustre un niveau de production qui pourrait être atteint de façon pratique et réaliste.

TABLEAU 5

Estimation de la capacité théorique annuelle de production d'uranium à partir des gisements connus du Canada (juin 1983)

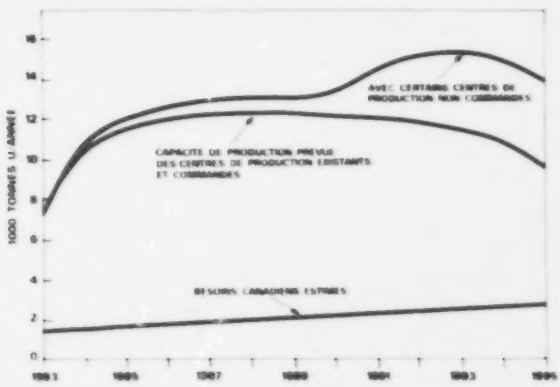
Année	Tonnes d'uranium contenu dans des concentrés	
	Scénario minimal[a]	Scénario maximal[b]
1982	8 075 (réel)	8 075
1983	7 500	7 500
1984	10 500	11 000
1985	11 500	12 000
1986	12 000	12 500
1987	12 200	13 000
1988	12 200	13 000
1989	12 100	13 000
1990	12 100	13 500
1991	12 000	14 700
1992	11 700	14 900
1993	11 500	15 400
1994	11 000	15 000
1995	9 900	14 200

a) Projections fondées uniquement sur les centres de production existants et commandés; certains travaux d'expansion dans des centres de production existants ont été reportés et les installations mises en veilleuse sont exclues; production à partir de ressources actuellement exploitables à un prix de 170 $/kg U ou moins.

b) Projections fondées sur les centres de production existants et commandés et sur certains centres choisis non commandés, y compris ceux qui ont été mis en veilleuse, production à partir des ressources actuellement exploitables à un prix de 170 $/kg U ou moins.

Figure 4.

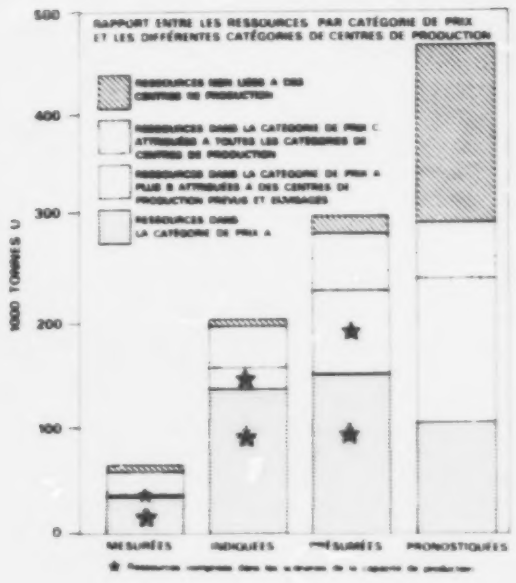
Comparaison entre la capacité théorique de production prévue et les besoins annuels estimés en uranium du Canada.



La figure 5 illustre, au moyen d'un diagramme, la quantité totale des ressources exploitables d'uranium au Canada que l'on attribue aux centres de production inclus dans les deux projections de la capacité théorique de production. Dans le scénario minimal, on tient compte de 75 % de toutes les ressources canadiennes mesurées, indiquées et présumées dans la catégorie de prix A plus B. En incluant des centres de production supplémentaires dans le scénario maximal, la proportion augmente à 98 %. Comme susmentionné, on associe à ces centres de production des ressources exploitables à un prix plus élevé (catégorie C) qui pourraient en prolonger la durée de vie. La majeure partie de ces ressources connues sont attribuées aux centres existants. Toutefois, la quantité élevée de ressources pronostiquées (300 000 t U) qui serait produite dans les centres mentionnés dans le scénario maximal revêt peut-être une plus grande importance. Ces ressources pourraient être produites grâce à de plus amples travaux d'exploration et, partant, prolonger encore plus la durée de vie des centres. De plus, le diagramme révèle qu'il reste environ 200 000 t U qui ne sont pas liées à des centres et qui pourraient alimenter des installations autres que celles qui sont mentionnées dans les projections.

Figure 5.

Ressources d'uranium contenu dans du minerai exploitable au Canada (31 décembre 1982)



II BESOINS

a) Besoins en uranium du Canada et protection de ses approvisionnements

La politique canadienne de l'uranium exige que l'on réserve suffisamment d'uranium à la consommation nationale pour permettre à chaque réacteur actuellement en exploitation, ou dont la mise en service est prévue pour les dix prochaines années, de fonctionner à une capacité moyenne de 80 % pendant 30 ans, à compter de 1983 ou de la date d'entrée en service du réacteur, la date la plus récente étant celle à retenir.

La détermination de ces besoins en uranium est fondée sur les prévisions de la puissance nucléaire installée indiquée au tableau 6. Au mois de juin 1983, la puissance totale des centrales en exploitation ou commandées et devant entrer en service avant 1993 était de 15 087 MWe. Même si le réacteur de démonstration de 22 MWe de Rolphton (Ontario) est en service, il s'agit essentiellement d'une installation servant à l'expérimentation et à la formation; on n'en tient donc pas compte dans la détermination des besoins à long terme en uranium; le réacteur expérimental Gentilly 1 de 250 MWe a été fermé en permanence et n'a donc pas été inclu. Pour le moment, il n'est pas prévu de planifier la mise en service d'autres centrales nucléaires avant 1993.

Les besoins en uranium des réacteurs qui fourniront cette puissance de 15 087 MWe ont été évalués d'après les consommations nominales des centrales déjà aménagées ou commandées.

La figure 6 illustre la situation des approvisionnements en uranium en 1983. La quantité d'uranium réservée à la consommation intérieure est représentée par la surface hachurée sous la courbe. Pour ce qui est de la capacité projetée de 15 087 MWe censée être exploitée d'ici 1993, les approvisionnements protégés s'élèvent à quelque 62 000 t U. Les besoins annuels, y compris des premiers cœurs des futurs réacteurs, sont censés passer d'environ 1 400 t U/année en 1983 à environ 2 200 t U/année en 1993, comme le montre le tableau 7. La croissance prévue des besoins annuels est de beaucoup inférieure à celle qu'on avait prévue il y a deux ans comme l'indique la courbe tiretée de la figure 6.

TABLEAU 6

Centrales nucléaires au Canada, juin 1983

Réacteurs	Propriétaire	Production nette (MWe)	Date (prévue) de mise en service
Douglas Point	Energie Atomique du Canada, Limitee	206	1968
Pickering 1 à 4	Hydro-Ontario	2 060	1971-1973
Bruce 1 à 4	Hydro-Ontario	2 960	1977-1979
Pointe Lepreau	Commission d'énergie électrique du Nouveau-Brunswick	635	1983
Gentilly 2	Hydro-Québec	638	(1983)
Pickering 5 à 8	Hydro-Ontario	2 064	(1983-1985)
Bruce 5 à 8	Hydro-Ontario	3 000[r]	(1984-1987)
Darlington 1 à 4	Hydro-Ontario	3 524	(1988-1992)[r]
Production nette totale prévue en 1993		15 087 MWe	

r: révisé

Figure 6.

Approvisionnements en uranium destinés à être utilisés au pays, 1983.

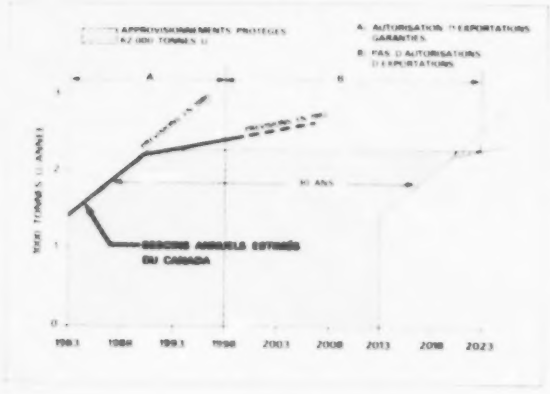


TABLEAU 7

Estimation des besoins annuels en uranium du Canada[a]

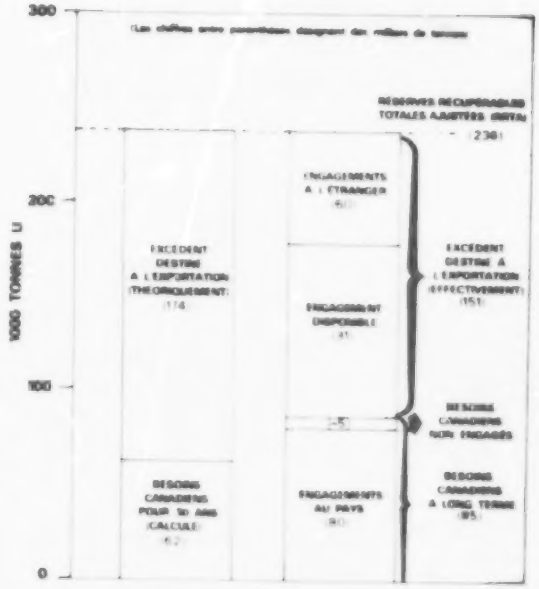
Année	Tonnes d'uranium
1983	1 400
1985	1 600
1990	2 150
1995	2 300
2000	2 450

a) Estimation des besoins en combustible dans le cadre des programmes relatifs à l'énergie nucléaire d'Hydro-Ontario, d'Hydro-Québec et de la Commission d'énergie électrique du Nouveau-Brunswick

On assure les approvisionnements nationaux de 62 000 t U en contrôlant la mesure dans laquelle les contrats d'exportation d'uranium canadien entament les réserves récupérables totales ajustées (RRTA) de tous les producteurs qui vendent de l'uranium. La détermination des RRTA du Canada est fondée sur les estimations des ressources mesurées, indiquées et présumées qui peuvent être exploitées à un prix de 170 $/kg U ou moins (catégorie de prix A plus B seulement). On applique des facteurs de pondération de 1,0, 0,8 et 0,7 aux tonnages des diverses catégories de ressources pour tenir compte du degré de fiabilité moins élevé attribué (par définition) aux catégories indiquées et présumées. Des facteurs individuels de récupération en usine sont également appliqués aux quantités d'uranium dans du minerai exploitable, les abaissant de façon à tenir compte des pertes prévues en cours de traitement.

Figure 7.

Besoins, approvisionnements, engagements et excédents disponibles d'uranium (au 31 décembre 1982)



Les réserves récupérables totales ajustées (RRTA), calculées de la façon indiquée, de tous les producteurs canadiens qui vendent de l'uranium représentent la quantité estimative d'uranium disponible pour les marchés national et international. Les approvisonnements protégés pour 30 ans qui s'élèvent à 62 000 t U représentent 26 % de ces réserves. Le rapport entre les approvisionnements protégés et les RRTA est illustré schématiquement à la figure 7. La colonne de gauche révèle qu'environ 174 000 t U sont théoriquement excédentaires aux besoins canadiens et, donc, exportables. Toutefois les excédents disponibles, sont de 91 000 t U en raison des contrats de vente qui ont déjà été passés à l'échelle nationale et internationale, comme le montre la colonne de droite. Cette colonne indique également qu'une très petite portion (moins de 5 000 t U) des besoins canadiens chiffrés à 62 000 t U pour une période "protégée" de 30 ans n'a pas encore fait l'objet d'engagements malgré les gros achats à long terme déjà faits par Hydro-Ontario.

Le fait de limiter la durée des permis d'exportation à 15 ans au maximum est un élément additionnel de protection des approvisionnements.

b) Engagements au pays et à l'étranger

D'après la section précédente, la majeure partie des besoins en uranium à court terme au pays est attribuable au programme d'énergie nucléaire d'Hydro-Ontario. En février 1978, le gouvernement de l'Ontario a approuvé les deux principaux contrats d'approvisionnement en uranium de la société. Les contrats passés avec la Denison Mines Limited et la Rio Algom Limitée permettront de répondre à presque tous les besoins de la société jusqu'au début du siècle prochain; les livraisons sont censées se poursuivre jusqu'à l'an 2012 et 2020 respectivement. Des contrats satisfaisant à la majeure partie des autres besoins canadiens jusqu'à la fin du siècle ont déjà été signés ou sont en négociation. Au début de 1983, le total des engagements nationaux s'élevaient à quelque 80 000 t U.

En 1982, les producteurs canadiens ont expédié 8 189 t U évaluées à 815 millions de dollars. Environ 85 % de ces expéditions étaient destinées aux marchés d'exportation. Au 31 décembre 1982, les producteurs canadiens s'étaient déjà engagés à exporter environ 60 000 t U, aux termes de contrats étudiés et approuvés par le gouvernement fédéral. Les quantités sont censées être livrées au cours de la période allant de 1983 à l'an 2003.

Le tableau 8, qui montre l'importance relative des acheteurs étrangers d'uranium canadien, indique qu'entre le 5 septembre 1974 et le 31 décembre 1982 le gouvernement fédéral a étudié et approuvé des contrats pour environ 87 000 t U. Cette quantité représente les livraisons prévues en vertu de 70 contrats, dont 33 sont encore en vigueur. En 1982, les exportations réelles se sont chiffrées à 7 820 t U et étaient surtout destinées aux États-Unis, à l'Europe de l'Ouest et au Japon (voir tableau 9). Le plus important client du Canada a été le Japon (34 % du total des exportations du Canada depuis 1972). La majeure partie du reste des exportations a été expédiée dans les pays de la Communauté économique européenne (33 %) et dans d'autres pays d'Europe de l'Ouest (18 %).

TABLEAU 8

Uranium exporté en vertu de contrats étudiés[a] depuis le 5 septembre 1974

Pays de l'acheteur	Tonnes d'uranium
Allemagne de l'Ouest	7 660
Belgique	3 030
Corée du Sud	5 140
Espagne	4 230
États-Unis	25 570
Finlande	2 000
France	3 850
Italie	1 120
Japon	22 630
Royaume-Uni	7 700
Suède	3 880
Suisse	150
Total	86 960

a) Étudiés et acceptés en vertu de la politique canadienne en matière d'exportation d'uranium. Les totaux ont été redressés en fonction des nouveaux contrats et des contrats modifiés, à compter de décembre 1982.

TABLEAU 9

Exportations d'uranium canadien en 1982

Destination finale	Tonnes d'uranium contenu[a]
Allemagne de l'Ouest	471
Belgique	85
Corée du Sud	74
Espagne	110
États-Unis	4 852[b]
Finlande	97
Italie	143
Japon	718
Royaume-Uni	379
Suède	889
Total	7 818

a) Certaines quantités d'uranium ont d'abord été expédiées à des intermédiaires, entre autres la France, les É.-U. et l'URSS, pour être enrichies et envoyées ensuite à leur destination finale.

b) La majeure partie de l'uranium se présente sous forme de concentrés que l'Eldorado a échangés lors de l'achat des installations de Rabbit Lake.

Source: Commission de contrôle de l'énergie atomique du Canada.

DEUXIÈME PARTIE:
PERSPECTIVES À LONG TERME

I. APPROVISIONNEMENTS

a) Sources

Les ressources mesurées, indiquées et présumées décrites dans la première partie du rapport continueront, dans le cas de certains centres de production, d'être la base de la production jusqu'au début du siècle prochain. Si les conditions de marché le justifiaient, la part des ressources classée dans la catégorie des prix supérieurs (catégorie C) pourrait également faire augmenter la production.

En plus de ces ressources, il existe un important potentiel de découvertes additionnelles. En 1982, ce potentiel a été évalué dans plus de 100 zones et sous-zones uranifères du pays. On a également évalué les ressources pronostiquées et spéculatives.

Il importe d'insister sur la distinction à faire entre ces deux types de ressources "non découvertes". Par "ressources pronostiquées", on entend l'uranium qui est censé se trouver dans des zones géologiques bien définies associées à des gisements connus. Par "ressources spéculatives", on entend l'uranium que l'on croit pouvoir trouver dans les régions non exploitées ou dans les régions où l'on ne connaît que la présence de venues de minerai. Les estimations du premier type de ressources non découvertes sont relativement plus sûres en raison de la proximité de gisements déterminés bien délimités ou de leur association étroite avec ceux-ci.

Plusieurs mesures ont été prises par L'AEN/AIEA depuis 1976 en vue de clarifier la distinction entre ces deux types de ressources non découvertes (4, 5 et 6). La décision prise vers la fin de 1982 en vue de subdiviser en deux catégories (voir annexe 4) les "ressources supplémentaires estimées" (RSE), expression utilisée à l'échelle internationale, a constitué un pas de plus en vue d'appuyer cette distinction importante (2).

Ressources pronostiquées

L'évaluation des ressources pronostiquées canadiennes en uranium est présentée dans le tableau 10; on y a inclu les données de 1980 à des fins de comparaison. Bien que ces estimations soient le résultat d'une appréciation de toutes les zones uranifères importantes actuellement connues du Canada, des chiffres concernant les ressources trouvées dans d'autres zones seront incorporés aux évaluations futures, de même qu'une mise à jour des estimations courantes en fonction des derniers travaux de géologie et d'exploration.

TABLEAU 10

Estimation des ressources pronostiquées en uranium contenu dans du minerai exploitable au Canada[a] (1980, 1982)

Catégories de prix pour l'exploitation du minerai[b]	1982	1980
	En milliers de tonnes d'uranium	
A	179	(144)[c]
B	102	(301)
C	187	S/O
A + B + C	468	(445)

a) La quantité d'uranium récupérable du minerai sera moindre à cause des pertes en cours de traitement (se reporter au texte).

b) L'échelle des prix utilisée dans l'estimation de 1982 est la suivante (A) 115 $/kg U ou moins; (B) 115 à 170 $/kg U; et (C) 170 à 340 $/kg U.

c) Les chiffres entre parenthèses sont ceux de l'estimation de 1980; les prix ont été fixés à: (A) 135 $/kg U ou moins et (B) entre 135 et 200 $/kg U; les ressources n'ont pas été évaluées dans la catégorie supérieure C (sans objet, s/o).

Bien que les estimations totales des ressources pronostiquées n'aient que très peu augmenté depuis 1980, il y a d'importants changements dans la distribution économique des ressources ainsi qu'une augmentation du potentiel de découvertes en Saskatchewan. Plus de la moitié des ressources pronostiquées du Canada se trouve maintenant en Saskatchewan, contre un tiers en 1980, tandis que le sol de l'Ontario ne renferme plus que 19 % du total, contre 38 % en 1980. L'importance des Territoires du Nord-Ouest demeure essentiellement la même, soit 17 % du total.

D'après ce qui précède, il est évident que les gisements associés à des discordances sont maintenant les principales cibles des travaux d'exploration. Environ 60 % des ressources pronostiquées totales du Canada sont attribuables à ce type de gisement, surtout dans le Nord de la Saskatchewan et dans les Territoires du Nord-Ouest. Des ajouts importants ont été faits dans la catégorie des ressources pronostiquées pour la région de l'extrémité est du bassin d'Athasbasca et les zones adjacentes grâce aux initiatives d'exploration fructueuses mises de l'avant au cours des deux dernières années. Malgré la diminution de leur importance, les gisements conglomératiques continuent quand même à représenter plus de 15 % du total des ressources pronostiquées pour la plupart situées dans la région d'Elliot Lake en Ontario. Les possibilités croissantes de découvertes de gisements filoniens additionnels dans le batholite de South Mountain, en Nouvelle-Écosse, revêtent un intérêt particulier. Les gisements de ce type représentent près de 10 % du total.

Il importe de noter qu'environ 40 % du total des ressources pronostiquées ont été classés dans la catégorie de prix C, c'est-à-dire celles des ressources exploitables à un prix se situant entre 170 et 340 $/kg U. C'est également le cas d'une bonne part des conglomérats, vu leur faible teneur, et de presque toutes les ressources pronostiquées situées dans les Territoires du Nord-Ouest, en raison de leur teneur moindre et de leur éloignement. Pour ces mêmes raisons, une petite quantité des ressources pronostiquées a été reléguée à une catégorie de prix supérieurs à ceux de la catégorie C, c'est-à-dire qu'elles sont exploitables à des prix supérieurs à 340 $/kg U. Ces ressources n'ont donc pas été inscrites au tableau 10.

Ressources spéculatives

En plus de celles qui sont associées aux gisements connus d'uranium, il existe beaucoup d'autres régions au pays où il est possible de trouver des venues d'uranium. Toutefois, l'évaluation de ce potentiel additionnel ne peut être que provisoire en raison du fait:

a) qu'il reste encore à déterminer si l'on pourra vraisemblablement trouver des venues dans des régions favorables à la minéralisation de l'uranium. De plus, de vastes régions du Canada sont recouvertes de sédiments glaciaires, ce qui accroît les difficultés lorsqu'il s'agit de déterminer de façon exacte la nature géologique de la roche de fond;

b) qu'il y a encore beaucoup à apprendre sur la formation des divers types de gisements uranifères; et

c) que la base de données, quoique très vaste, ne permet pas encore d'évaluer ce potentiel additionnel.

Dans le cadre de l'évaluation de 1982, on a procédé à l'estimation des ressources spéculatives dans 12 grandes régions du pays. Ces estimations ont été fondées sur la production antérieure au Canada, la répartition des gisements d'uranium connus et

l'interprétation de structures géologiques choisies selon des modèles conceptuels qui simulent la formation de principaux types de gisements d'uranium choisis. La figure 8 donne les régions favorables à la minéralisation de l'uranium, y compris celles qui ont été évaluées par le GERU. Les ressources spéculatives ont été estimées au moyen de critères géologiques établis d'après des gisements d'uranium connus.

Quatre méthodes ont été employées pour l'estimation des ressources spéculatives (7):

a) l'extrapolation des données économiques-géologiques obtenues pour des régions relativement bien explorées ou des régions moins explorées qui renferment des environnements géologiques similaires, au moyen d'une technique d'évaluation volumétrique;

b) l'analogie avec l'analyse géostatistique des zones de distribution de la production antérieure du Canada, en fonction du tonnage et de la teneur des gisements d'uranium connus;

c) l'étude probabiliste faisant appel à une version modifiée du modèle de l'industrie minière pour l'établissement des inventaires et l'évaluation des coûts; et

d) l'approche combinant la géologie et la statistique en utilisant des unités quadrangulaires pour estimer les ressources spéculatives d'une partie de la Cordillère canadienne.

Les conclusions montrent que les ressources spéculatives, en sus des ressources entrant dans les catégories mesurées, indiquées, présumées et pronostiquées, peuvent se chiffrer à environ 1,2 à 1,4 million de tonnes d'uranium. La géologie de ces ressources serait comparable à celle des ressources dans les gisements connus exploitables jusqu'à 340 $/kg U. D'autres ressources pourraient exister dans des régions qui n'ont pas encore été évaluées.

La majeure partie de ces ressources spéculatives, soit environ 50 %, provient vraisemblablement de gisements alliés à des discordances. Des régions particulièrement prometteuses longent les discordances sous-jacentes à la formation Athabasca dans le bassin de l'Athabasca et dans les régions voisines, dans le Nord de la Saskatchewan; d'autres régions sont situées sous le bassin Thelon dans le district de Keewatin (T.N.-O.); la discordance sous-jacente à la formation Sibley dans la région de Nipigon (Ontario) est également intéressante.

Les gisements filoniens contiennent environ 15 % des ressources spéculatives canadiennes; la majeure partie des ressources est censée se trouver dans l'orogénèse des Appalaches, dans les provinces de l'Atlantique.

Les gisements de type gréseux contiennent environ 15 % des ressources spéculatives canadiennes. Des indices de cette catégorie de minéralisation se retrouvent dans quelques bassins phanérozoïques qui contiennent des grès d'origine continentale, par exemple dans la région de Kelowna-Beaverdell de la Cordillère, dans le bassin de l'Alberta du plateau intérieur et dans les bassins phanérozoïques des provinces Maritimes.

Environ 10 % des ressources spéculatives du Canada se trouvent dans des gisements de type pegmatitique. Les milieux favorables à cette catégorie des gisements uranifères se retrouvent dans un grand nombre de terrains granitiques-syénitiques du Bouclier canadien et dans la Cordillère. La province structurale de Grenville, en Ontario et au Québec, contient des régions particulièrement intéressantes.

Bien qu'une partie importante des ressources uranifères inventoriées du Canada provienne de gisements d'uranium conglomératiques, les possibilités d'ajouter aux ressources de cette catégorie ne semblent pas bien grandes.

On a découvert un certain nombre de nouveaux environnements géologiques intéressants qui sont analogues aux régions uranifères importantes ailleurs dans le monde. Les régions qui revêtent une importance particulière sont: les terrains

précambriens dans la région des monts Wernecke-Ogilvy, qui se trouvent dans le centre du Yukon et qui sont semblables au géosynclinal Adélaide et aux régions adjacentes du Sud de l'Australie où l'on retrouve les gisements uranifères de mont Painter, Radium Hills et Roxby Downs, les régions dans le centre de la Cordillère en Colombie-Britannique où les conditions sont favorables à la découverte de gisements uranifères d'origine volcanique semblables à ceux que l'on trouve dans le Nord-Ouest des États-Unis, au Mexique, en Italie, en Chine, en Argentine, en Australie, en Turquie, en Bolivie, et en URSS et la région de Millet Brook en Nouvelle-Écosse que l'on peut comparer directement au fameux district La Crouzille situé dans les granites hercyniens du Centre de la France.

L'évaluation des ressources spéculatives au Canada a été grandement facilitée par la disponibilité de données géochimiques et radiométriques régionales recueillies par la Commission géologique du Canada depuis l'achèvement du Programme fédéral-provincial de recherche préliminaire de l'uranium en 1979. Depuis, des levés régionaux conformes aux normes nationales établies pour le Programme se sont poursuivis à un rythme moins rapide dans le cadre de divers programmes provinciaux, fédéraux et conjoints en Colombie-Britannique, au Yukon, en Ontario, au Québec, au Labrador, en Nouvelle-Écosse et à Terre-Neuve. Le tableau 11 montre le total des dépenses engagées pour les levés radiométriques et les études géochimiques parrainés par le gouvernement, et cela pour la superficie couverte par les travaux; la figure 9 illustre la superficie actuellement couverte par ces travaux au Canada.

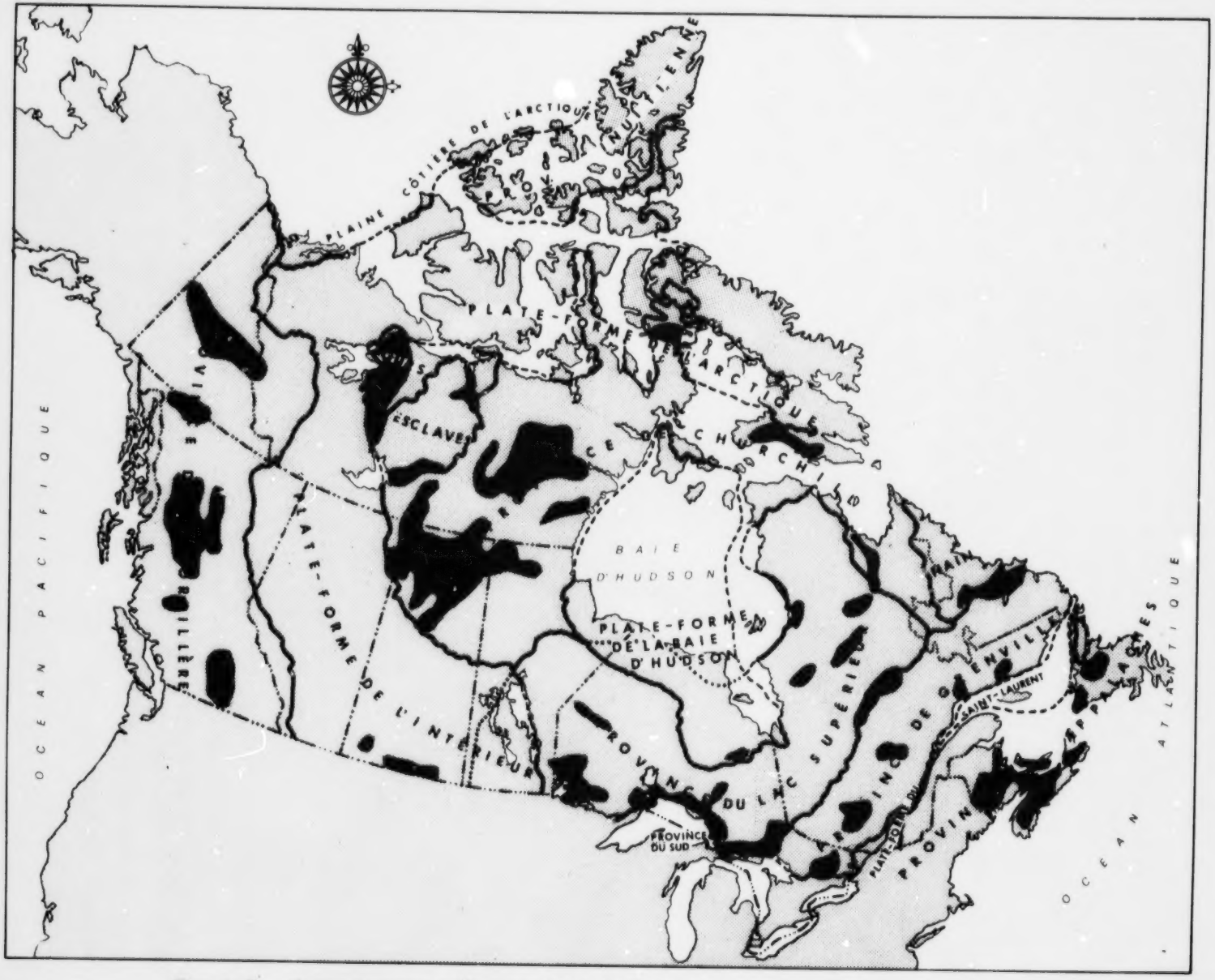


Figure 8. Zones pouvant présenter des indices de gisements uranifères au Canada.

TABLEAU 11

Total des dépenses des levés radiométriques et des études géochimiques parrainés par le gouvernement et de la superficie couverte par les travaux

Année	Superficie couverte		Dépenses[a]		
	radiométriques	géochimiques[b]	radiométriques	géochimiques	total
	(km²)		(en millions de dollars)		
Avant 1977	1 060 000[c]	514 000	3,897	3,593	7,490
1977	487 000[c] 3 000[d]	265 000	2,523	2,277	4,800
1978	433 000[c] 2 500[d]	254 000	2,634	2,182	4,816
1979	13 000[c] 17 000[d]	75 000	0,270	0,785	1,055
1980	63 000[c] 8 500[d]	47 000	0,206	0,470	0,676
1981	- 7 500[d]	74 000	0,112	0,540	0,652
1982	60 000[c] 17 500[d]	94 000	0,442	0,750	1,192
1983[e]	- 15 000[d]	80 000	0,225	0,900	1,125
Total	2 187 000	1 403 000	10,309	11,497	21,806

a) En $ Can pour l'année des travaux, comprend le financement fédéral et provincial.

b) Comprend les levés provinciaux effectués selon les normes nationales établies pour l'exploration géochimique préliminaire.

c) Espacement des lignes de 5 km.

d) Espacement des lignes de 1 km.

e) Estimatif.

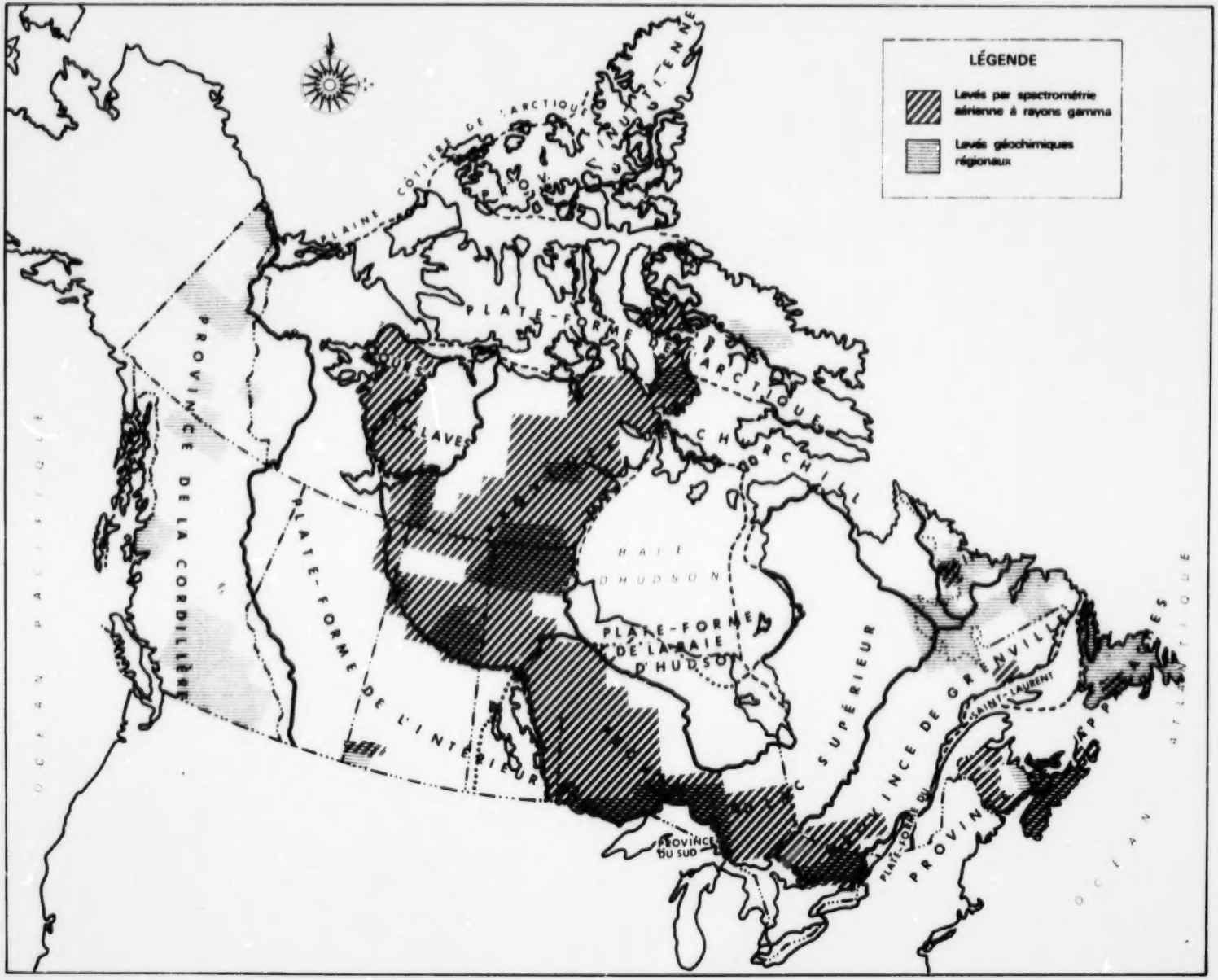


Figure 9. Total de la superficie couverte par les levés radiométriques et les études géochimiques parrainés par le gouvernement.

Travaux d'exploration

Dans l'ensemble, il y a diminution des travaux d'exploration de l'uranium au Canada pour la deuxième année consécutive en 1982, et ce en termes du nombre de forages et des dépenses. Les réponses données dans le questionnaire du GERU pour 1982 ont permis de brosser le tableau des travaux d'exploration de quelque 80 sociétés ou entreprises en participation représentant essentiellement tous les principaux organismes qui effectuent de l'exploration en vue de trouver de l'uranium au Canada. L'enquête révèle qu'en 1982 le total des dépenses a atteint 71 millions de dollars engagés dans 131 projets.

Les travaux d'exploration en 1982 ont surtout été réalisés en Saskatchewan, dans les Territoires du Nord-Ouest et au Québec (voir figure 11). Dans la partie ouest du bassin de l'Athabasca, en Saskatchewan, les travaux d'exploration effectués par l'Amok Ltée dans la structure Carswell ont entraîné la découverte, en 1981, du gisement de Peter River, situé à environ 1 km au nord de Cluff Lake. On a également poursuivi les efforts de forage en vue de déterminer les réserves prouvées.

Le long de la bordure est du bassin de l'Athabasca, dans la zone minéralisée Collins Bay-Eagle Point, le forage de remplissage effectué par les Minéraux Gulf du Canada Limitée/Eldorado Resources Limited, la SMDC et les Explorations Noranda Limitée, a permis de confirmer les estimations antérieures des ressources du gisement d'Eagle Point.

Des travaux semblables se sont poursuivis vers l'ouest, le long de la ceinture Dawn Lake-Midwest Lake; ils ont été effectués par l'Asamera Inc., la Canadian Occidental Petroleum Ltd. (CanOxy), l'Inco Metals Company, la SERU Nucléaire (Canada) Limitée et la SMDC. À environ 10 km au nord des gisements McClean, la CanOxy et l'Inco ont découvert une nouvelle zone minéralisée, le gisement JEB qui renferme des valeurs d'uranium intéressantes à une profondeur de 100 m. Il y a eu report, au-delà de 1983, des travaux supplémentaires de forage de délimitation en vue de déterminer la taille du gisement. Au sud-ouest, la SERU nucléaire a poursuivi son programme d'exploration de la propriété de Waterbury Lake et a annoncé, au début de 1983, la découverte d'une importante minéralisation d'uranium à Cigar Lake où des intersections de forage ont révélé des valeurs allant jusqu'à 11,4 % d'uranium sur 6,7 m à une profondeur allant jusqu'à 440 m. À la propriété adjacente de McArthur River, la SMDC a confirmé la présence d'amas minéralisés d'uranium dans le socle rocheux.

En 1982, près de Schultz Lake dans le bassin Thelon (Territoires du Nord-Ouest), l'Urangesellschaft Canada Limited a poursuivi ses programmes de forage en vue d'évaluer plus amplement le potentiel du gisement Lone Gull. Bien que l'établissement de la réserve faunique Thelon, qui recouvre environ 62 % du bassin Thelon, interdise l'exploration minérale, plusieurs sociétés ont continué à prendre des initiatives dans les régions voisines les plus prometteuses. Il se peut que d'autres terres soient soustraites à l'exploration minérale s'il y a création d'un parc national dans la partie nord-est du bras est du Grand lac des Esclaves dans les Territoires du Nord-Ouest. La situation est la même dans le Nord du Yukon où il est interdit de mener de l'exploration active en attendant la décision de transformer une bonne partie de la région en parc et en réserve faunique.

Dans la région des monts Otish, dans le Centre du Québec, l'Eldorado Nucléaire Limitée, l'Uranerz, la SERU nucléaire et des sociétés associées ont poursuivi leurs programmes d'exploration en 1982 en vue d'évaluer les régions où il pourrait y avoir des minéralisations d'uranium.

En Nouvelle-Écosse, les travaux effectués par la Kidd Creek Mines Limited à Millet Brook, à quelque 20 km au sud-est de Windsor, ont révélé qu'il existait un important district d'uranium dans le batholite de South Mountain. Toutefois, les travaux ont été reportés en attendant les résultats d'une enquête menée par la Commission McCleave chargée d'étudier tous les aspects de l'exploration et de l'extraction de l'uranium dans la province. Les licences d'exploration de l'uranium ont été suspendues en attendant l'issue de l'enquête.

Malgré le ralentissement des travaux d'exploration survenu depuis 1980 et l'interdiction d'effectuer de tels travaux dans des régions prometteuses en raison des moratoires imposés par les provinces (Colombie-Britannique et Nouvelle-Écosse) ou de la transformation de certaines régions en parcs ou en réserves fauniques (Yukon et Territoires du Nord-Ouest), le total de l'inventaire canadien des venues d'uranium et de thorium a été porté à 2 029 en 1982, avec la découverte de quelque 167 venues de minerai radioactif.

Le tableau 12 fait le bilan des travaux de forage d'exploration* et de mise en valeur en surface de l'uranium exécutés en 1980, 1981 et 1982, par province et territoire. Comme au cours des deux dernières années, presque tous les travaux de forage de mise en valeur en surface ont mené à de nouvelles découvertes effectuées en Saskatchewan; essentiellement, aucun forage d'exploration n'a été effectué à l'extérieur du Québec, des Territoires du Nord-Ouest et de la Saskatchewan. Des estimations préliminaires pour 1983 révèlent que les travaux de forage totaliseront 157 000 m, soit environ les deux tiers des efforts déployés en 1982.

Toutefois, une meilleure façon de mesurer l'ampleur des travaux d'exploration de l'uranium est d'examiner les dépenses engagées à cette fin**. Le tableau 13 donne un résumé des dépenses d'exploration d'uranium en 1980, 1981 et 1982, par province ou territoire. En 1982, c'est en Saskatchewan, dans les Territoires du Nord-Ouest et au Québec qu'ont été dépensés 98 % des quelque 71 millions de dollars, les pourcentages respectifs étant 67, 19 et 12 %.

---

* "Forage d'exploration" désigne le forage effectué pour la recherche de nouveaux gisements d'uranium ou de prolongements de gisements connus d'uranium; par ce terme, on entend aussi le forage fait sur l'emplacement d'une découverte jusqu'au moment où la société juge qu'il y a des réserves suffisantes de minérai pour justifier une exploitation commerciale. Le terme "forage de mise en valeur en surface" désigne le forage effectué ultérieurement pour avoir une idée plus précise de l'étendue, de la teneur et de la configuration des gisements. Les forages de mise en valeur effectués sur des propriétés en production ne sont pas inclus.

** Dépenses consacrées à des forages d'exploration et de mises en valeur en surface et tous les autres coûts directement associés à des travaux de recherche de l'uranium, à l'exception de l'acquisition des terrains. Les frais d'administration qui ne sont pas directement liés à ces activités ne sont pas inclus.

TABLEAU 12

Forages d'exploration et de mise en valeur en surface effectués au Canada, par province et territoire, 1980, 1981 et 1982

Province ou territoire	1980	1981	1982
		(en milliers de mètres)	
Saskatchewan	368,6	300,7	213,5
Territoires du Nord-Ouest	55,1	22,6	21,5
Québec	24,1	18,5	12,4
Nouvelle-Écosse	16,4	9,3	0,0
Ontario	11,1	3,0	0,0
Nouveau-Brunswick	9,1	1,0	0,0
Terre-Neuve	8,1	2,7	0,0
Manitoba	2,9	0,4	0,0
Alberta	1,7	0,6	0,0
Yukon	1,0	0,0	0,0
Colombie-Britannique	0,0	0,0	0,0
Non déterminé	5,3	0,0	0,0
Total*	503,0	359,0	247,0

* Les totaux ont été arrondis.

TABLEAU 13

Dépenses engagées dans l'exploration de l'uranium au Canada, par province et territoire, 1980, 1981 et 1982

Province ou territoire	1980	1981	1982
		(en millions de dollars)	
Saskatchewan	77,2	60,8	47,9
Territoires du Nord-Ouest	29,1	23,6	13,2
Québec	6,4	8,8	8,4
Nouvelle-Écosse	4,5	3,0	0,0
Terre-Neuve	3,7	1,6	0,3
Ontario	1,7	0,9	0,4
Nouveau-Brunswick	1,4	0,8	0,2
Yukon	1,3	0,7	0,3
Manitoba	1,1	0,2	0,0
Alberta	1,0	1,1	0,0
Colombie-Britannique	0,6	0,1	0,0
Non déterminé	0,3	0,5	0,0
Total*	128,0	102,0	71,0

* Les totaux ont été arrondis.

La figure 10 montre la tendance des dépenses engagées dans l'exploration de l'uranium, ainsi que les hausses du prix de l'uranium depuis le début des années 70. En 1976, l'essor des travaux d'exploration de l'uranium au Canada était considérable, grâce surtout aux stimulants créés par l'augmentation des prix de l'uranium. Bien que les prix soient demeurés relativement stables au cours des dernières années de cette décennie, l'élan donné au milieu des années 70 ainsi que les découvertes importantes en Saskatchewan ont contribué à intensifier cette activité. La baisse des sommes engagées dans l'exploration de l'uranium, baisse due semble-t-il à l'affaiblissement du marché, devient de plus en plus évidente dans les enquêtes effectuées depuis 1980.

En 1982, 74 sociétés ou entreprises en participation ont participé activement aux travaux d'exploration au pays; de ce nombre, 34 agissaient en qualité d'exploitant des projets.

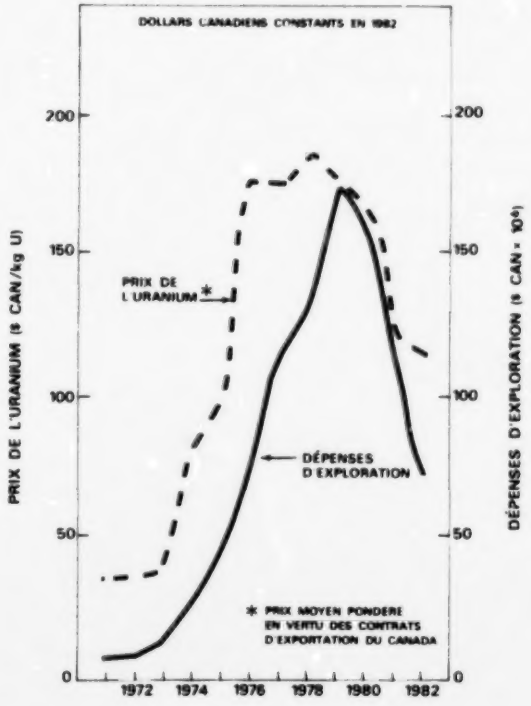
Les 10 organismes* les plus actifs ont engagé 85 % des 71 millions de dollars; il s'agit, en ordre alphabétique, des sociétés suivantes: AGIP Canada Ltd., Amok Ltée, Asamera Inc., Eldorado Resources Limited/Les ressources Eldor Limitée, Explorations et Mines Uranerz Limitée, les Minéraux Gulf du Canada Limitée, PNC Exploration (Canada) Co. Ltd., Saskatchewan Mining Development Corporation (SMDC), SERU nucléaire (Canada) Limitée et Urangesellschaft Canada Limited. Six d'entre elles se sont classées parmi les 10 plus grandes sociétés de 1979 à 1982 inclusivement; et deux autres l'ont été durant trois de ces quatre années.

Six des dix sociétés susmentionnées sont des organismes dont la majorité des intérêts est détenue à l'extérieur du Canada, et elles assurent, directement ou indirectement, les approvisionnements en uranium des services publics de leurs pays d'origine.

Toutes les sociétés qui ont répondu au questionnaire du GERU n'avaient pas planifié leurs dépenses d'exploration pour 1983 au moment de l'enquête. Toutefois, il semble que les dépenses engagées en 1983 seront d'environ 50 millions de dollars, traduisant sans doute la baisse d'intérêt attribuable à la forte diminution des prix de l'uranium survenue entre 1979 et 1982.

Figure 10.

Répercussions sur les dépenses engagées dans l'exploration de l'uranium au Canada des fluctuations des prix de l'uranium 1971-1982.

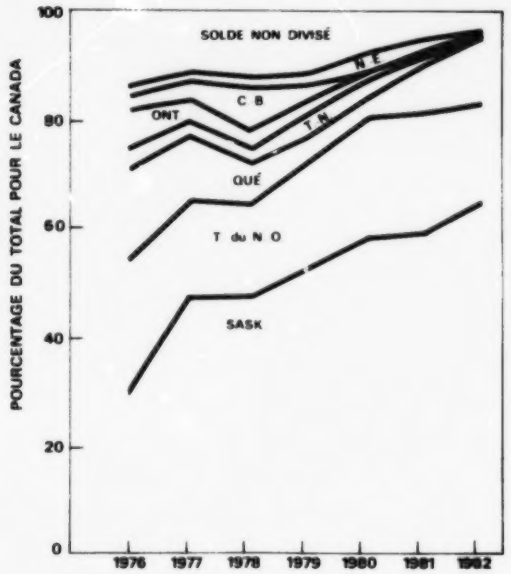


---

* Dans certains cas, l'exploitant a signalé des dépenses totales engagées dans le cadre d'une entreprise en participation. Par conséquent, les montants engagés par d'autres sociétés qui n'ont pas répondu au questionnaire du GERU sont donc inclus dans le total de 71 millions de dollars.

Figure 11.

Répartition des dépenses d'exploration de l'uranium au Canada entre les provinces et les territoires, 1976 à 1982



b) Disponibilité de l'uranium

La disponibilité de l'uranium à long terme dépendra d'un certain nombre de facteurs, dont les plus importants se révéleront le maintien et l'accroissement de la demande d'uranium. D'autres facteurs se rapportent à la nature géologique de chaque gisement, à la disponibilité de la main-d'œuvre, du matériel et des sources de financement et aux conditions économiques, politiques et réglementaires. Tel qu'on l'a mentionné plus tôt, les gisements d'uranium connus associés à des centres de production existants et commandés pourront s'accommoder de niveaux de production élevés au-delà de 1995. De plus, certains centres de production prévus et envisagés pourraient faire croître le niveau de production, si les conditions de marché justifiaient leur mise en valeur. Dans certains cas, la vie de quelques centres pourrait être prolongée grâce à l'exploitation de ressources qui ne sont pas découvertes à l'heure actuelle et qui n'y sont pas attribuées (c'est-à-dire les ressources pronostiquées) ou à celle de ressources associées plus coûteuses qui ne sont pas considérées comme économiques à l'heure actuelle.

Pour illustrer la gamme des possibilités de production à long terme en fonction de ces sources connues d'approvisionnements, les deux scénarios de la capacité théorique de production mentionnés dans la première partie du rapport s'appliquent maintenant jusqu'à l'an 2025 (tableau 14)*. De toute nécessité, les projections supposaient qu'il y aurait suffisamment de main-d'œuvre, de matériel et de matériaux, que les difficultés financières et réglementaires ne seraient pas insurmontables et que le marché évoluerait de façon ordonnée. Il convient de répéter que les projections sont fondées uniquement sur les ressources mesurées, indiquées et présumées de la catégorie de prix A plus B.

La capacité théorique de production dans les centres existants et commandés est censée diminuer après avoir atteint un niveau d'environ 12 000 t U/année vers la fin des années 80, à moins qu'on ne trouve des ressources supplémentaires pour prolonger leur durée de vie ou que les ressources classées dans la catégorie de prix C ne soient exploitées. Les ressources qui permettent actuellement l'exploitation de ces centres de production seraient épuisées d'ici l'an 2020 approximativement. De même, la capacité théorique de production qu'il serait possible d'atteindre avec l'ajout des centres prévus et envisagés diminuerait après avoir atteint un sommet d'environ 15 000 t U/année au début des années 90 pour s'établir à 1 000 t U/année seulement d'ici l'an 2025. Étant donné que les perspectives de marché sont incertaines à court terme, il est peu probable que tous les centres de production prévus et envisagés soient mis en service au début des années 90 comme le supposaient les projections, ce qui reporterait à plus tard au cours de la décennie l'atteinte de ces niveaux de production plus élevés.

---

* La méthode est décrite dans la publication d'EMR, "Monitoring Canada's Uranium Supply" (8).

Évidemment, de telles projections à long terme renferment beaucoup d'incertitudes; il faut y voir uniquement une représentation très qualitative des niveaux de production qu'il serait possible d'atteindre grâce aux gisements connus. Si l'on veut que la production dépasse ces niveaux, il faudra mettre en service des centres de production additionnels à ceux qui sont mentionnés dans la première partie du rapport. De plus, il faudrait que ce soit surtout de nouvelles découvertes qui permettent l'exploitation des nouveaux centres, ce qui exigerait d'importants travaux d'exploration et de mise en valeur. Deux ou trois découvertes récentes mentionnées plus tôt pourraient, sous réserve d'une évaluation plus poussée et de stimulants convenables, s'avérer d'éventuels nouveaux centres de production. D'après les estimations des ressources pronostiquées et spéculatives données plus tôt, le potentiel de découvertes additionnelles au Canada est excellent.

Il va de soi que les travaux d'exploration de l'uranium comportent de longs délais de démarrage et des risques particuliers. Il n'est pas rare de voir 15 ans s'écouler entre le début d'un programme d'exploration et la première production tirée d'une découverte fructueuse. Ainsi, les programmes d'exploration existants devraient mettre l'accent sur les besoins à long terme du Canada et de ses partenaires commerciaux. Toute perte d'élan qui surviendrait maintenant dans l'exploration pourrait nuire aux possibilités futures d'approvisionnement.

TABLEAU 14

Illustration de la capacité théorique de production à long terme dans les gisements connus au Canada

Année	Tonnes d'uranium contenu dans des concentrés	
	Scénario minimal *	Scénario maximal **
1985	11 500	12 000
1990	12 100	13 500
1995	9 900	14 200
2000	6 800	12 100
2005	5 000	8 100
2010	2 300	5 400
2015	1 200	3 200
2020	200	2 500
2025	0	1 200

* Les projections sont uniquement fondées sur les centres de production existants et commandés; certains travaux d'expansion dans les centres existants ont été reportés, et les installations mises en veilleuse sont exclues; la production est tirée des ressources actuellement exploitables à un prix de 170 $/kg U ou moins.

** Les projections sont fondées sur les centres de production existants et commandés et sur certaines autres installations choisies y compris celles qui ont été mises en veilleuse; la production est tirée des ressources actuellement exploitables à un prix de 170 $/kg U ou moins.

II BESOINS

a) Perspectives de croissance de l'énergie nucléaire

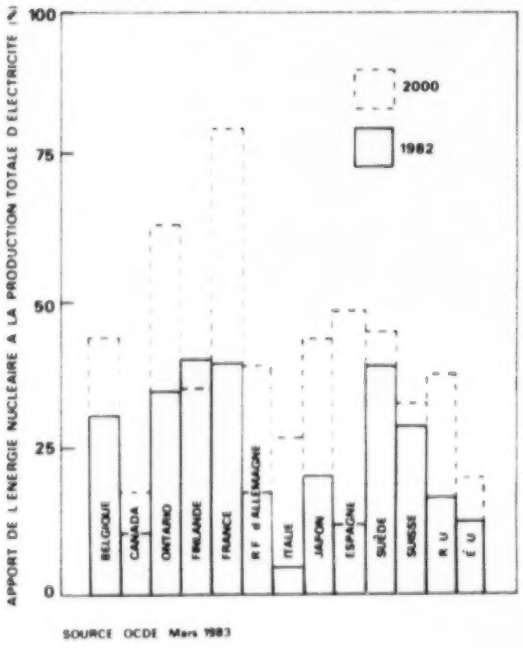
Les besoins à long terme en uranium canadien seront fonction de la croissance de la puissance nucléaire dans les centrales électriques au Canada et chez ses partenaires commerciaux. Déjà, l'énergie nucléaire répond à une part importante des besoins en électricité d'un grand nombre de pays. À la fin de 1982, presque 150 000 MWe de puissance nucléaire avaient été installés dans des pays de l'OCDE, représentant quelque 13,5 % du total de l'électricité produite. En effet, dans cinq pays de l'OCDE, plus du quart de l'électricité est tirée de centrales nucléaires (voir figure 12). La province de l'Ontario pourrait se classer parmi ces chefs de file, car plus d'un tiers de sa production actuelle d'électricité provient des combustibles nucléaires (9).

Depuis quelques années, les prévisions de la capacité de production d'énergie nucléaire installée ont été réduites à cause de la diminution des taux de croissance économique prévus et des mesures qui sont adoptées par de nombreux pays en vue d'économiser l'énergie. Malgré ces révisions à la baisse, l'apport de l'énergie nucléaire aux approvisionnements mondiaux en électricité continue à subir une croissance stable, avec ce que cela comporte en termes de hausse connexe des besoins en combustibles nucléaires. On prévoit maintenant qu'en l'an 2000, la capacité totale de production d'énergie nucléaire installée au Canada se situera entre 15 600 et 20 300 MWe, nécessitant environ 2 500 t U par année. À ce moment-là, l'énergie nucléaire représentera environ 18 % des approvisionnements canadiens en électricité (plus de 60 % en Ontario). Dans l'ensemble, la capacité de production d'énergie nucléaire installée est censée augmenter à 450 000 MWe d'ici l'an 2000, portant à près de 29 % l'apport global de ce type d'énergie à la production d'électricité dans les pays de l'OCDE (voir figure 12). Les besoins connexes en uranium passeraient de leur niveau actuel d'environ 30 000 t U/année à plus de 50 000 t U/année au début des années 90 et à environ 70 000 t U/année d'ici l'an 2000 (9).

Il existe beaucoup d'incertitudes et de controverses concernant le rôle que jouera l'énergie nucléaire au niveau des approvisionnements mondiaux en énergie après l'an 2000. Toute une gamme de prévisions ont été faites au sujet de la croissance de la puissance nucléaire en fonction du taux de croissance économique, des besoins connexes en électricité et de la part du marché de l'électricité qui sera acquise par l'énergie nucléaire. On prévoit que la capacité totale de production d'énergie nucléaire installée dans les pays de l'OCDE pourrait doubler et même tripler entre l'an 2000 et 2025. De nombreuses possibilités s'offrent pour varier les types de réacteurs pouvant être installés durant cette période, ce qui contribue à l'ampleur des prévisions concernant les besoins en uranium. Par exemple, en supposant qu'il y ait un taux élevé de croissance nucléaire et une utilisation limitée des surgénérateurs, les besoins en uranium dans les pays de l'OCDE pourraient augmenter à plus de 200 000 t U/année en 2025. Les tenants des surgénérateurs, par contre, soutiennent que les besoins en 2025 pourraient être moindres si ce type de réacteur était largement utilisé à l'échelle commerciale (9). Il est plus probable, toutefois, que les réacteurs actuellement utilisés continuent à dominer le secteur et que les besoins en uranium continuent à augmenter à un rythme modeste mais stable.

Figure 12.

Apport de l'énergie nucléaire à la production d'électricité dans des pays donnés, 1982 et l'an 2000.



SOURCE OCDE Mars 1983

b) Exigences pour l'industrie productrice d'uranium

Quelle que soit l'ampleur des besoins futurs en uranium, le Canada semble avoir la capacité de répondre à ses propres besoins tout en conservant sa place de premier plan comme fournisseur d'uranium sur les marchés mondiaux. Il est possible de mesurer de bon nombre de façons la capacité canadienne dans un contexte mondial. Le Canada se classe parmi les chefs de file pour ce qui est des ressources estimatives en uranium de toute catégorie, possédant une part importante des réserves peu coûteuses dans le monde*. D'après l'évaluation actuelle des approvisionnements mondiaux en uranium, qui sera publiée vers la fin de 1983 par l'AEN/AIEA, il est vraisemblable que le Canada continuera d'être un des pays les plus prometteurs au monde eu égard à la découverte de ressources supplémentaires en uranium (1). De plus, le Canada est, depuis plus de 40 ans, un fournisseur fiable d'uranium sur les marchés mondiaux.

Depuis 1959, le Canada se classe au deuxième rang des producteurs mondiaux d'uranium, après les États-Unis. En 1982, il a produit environ 20 % du total mondial évalué à 41 300 t U. Toutefois, on s'attend qu'il remplace les États-Unis au premier rang des producteurs en 1983. Le Canada est censé conserver son titre de principal exportateur mondial d'uranium, du moins à court terme, malgré la concurrence exercée par l'Australie et l'Afrique du Sud. Compte tenu de la capacité théorique de production et du potentiel de découvertes supplémentaires décrit dans le présent rapport, nous avons toutes les raisons de croire que le Canada peut conserver sa place de premier plan sur le marché mondial de l'uranium, tout en continuant à répondre à ses besoins internes.

---

* Les expressions "monde" et "mondial" utilisées dans le présent texte excluent l'URSS, l'Europe de l'Est et la République populaire de Chine.

ANNEXE 1

POLITIQUE CANADIENNE EN MATIÈRE D'EXPORTATION DE L'URANIUM

La politique canadienne en matière d'exportation de l'uranium a été élaborée en fonction des objectifs généraux de la politique minérale qui a pour but:

a) de garantir des approvisionnements suffisants pour répondre aux besoins nationaux,

b) d'accroître les bénéfices que les Canadiens peuvent tirer des excédents exportables,

c) d'augmenter la base des connaissances utilisées pour la prise de décisions au pays,

d) de contribuer à la mise en valeur et à la commercialisation ordonnée des minéraux à l'échelle mondiale, et

e) de profiter des possibilités de traitement additionnel.

De plus, on exige spécialement que l'uranium soit, d'abord et avant tout, utilisé à des fins non explosives seulement. Les exportations d'uranium sont donc limitées aux pays qui ont signé, avec le Canada, un accord bilatéral de coopération concernant l'énergie nucléaire et qui ont ratifié le Traité de non-prolifération ou aux pays qui ont pris des engagements de non-prolifération équivalents et accepté les garanties internationales imposées à l'ensemble de leurs activités dans le domaine.

Conformément aux objectifs généraux de la politique minérale mentionnés ci-dessus, deux objectifs précis en matière de sécurité des approvisionnements ont été incorporés à la politique canadienne en matière d'exportation de l'uranium, soit:

a) garantir, pendant 30 ans, une réserve de combustible nucléaire pour tous les réacteurs existants et commandés au Canada et pour tous ceux dont la mise en service est prévue au cours de la décennie suivante; et

b) veiller à ce que la capacité de production d'uranium soit suffisante pour permettre au Programme canadien d'énergie nucléaire d'atteindre son potentiel intégral.

En vue d'obtenir la base de données nécessaire à l'application de cet aspect de la politique canadienne en matière d'exportation de l'uranium, le Groupe de l'évaluation des ressources en uranium (GERU) a été créé au sein d'Énergie, Mines et Ressources Canada en 1974 dans le but de vérifier chaque année les ressources canadiennes en uranium. La structure du groupe et les fonctions de ses sous-comités sont décrites à l'annexe 2.

Les producteurs canadiens sont libres de négocier leurs propres contrats de vente d'uranium, mais tous les contrats sont par la suite scrutés par l'administration fédérale qui s'assure qu'ils respectent les objectifs de la politique à cet égard. Le cas échéant, des permis d'exportation sont délivrés chaque année par le ministère de l'Industrie et du Commerce, à la condition d'en avoir présenté la demande à la Commission de contrôle de l'énergie atomique et d'avoir reçu son approbation.

ANNEXE 2

GROUPE DE L'ÉVALUATION DES RESSOURCES EN URANIUM (GERU)

Le GERU est un comité interne d'Énergie, Mines et Ressources Canada, composé de hauts fonctionnaires et de spécialistes de la géologie, de l'extraction et du traitement de l'uranium. Les travaux sont effectués par trois sous-comités interdépendants.

- Le Sous-comité des ressources raisonnablement assurées a pour tâche: a) d'évaluer les ressources mesurées et indiquées des gisements canadiens d'uranium exploitables dans les conditions technologiques actuelles et dans des échelles de prix données, et b) d'évaluer les niveaux de production d'uranium canadien à partir de ces gisements.

- Le Sous-comité des ressources supplémentaires estimées a pour tâche: a) d'évaluer les ressources présumées et pronostiquées associées à des gisements uranifères connus du Canada, et b) d'évaluer les ressources spéculatives, au-delà de la catégorie pronostiquée, dans des régions du Canada qui ont un environnement géologique favorable à la présence d'uranium.

- Le Sous-comité de la coordination économique a pour tâche: a) de mettre en corrélation les ressources connues et les besoins du marché intérieur ainsi que les engagements d'exportation, ces derniers en collaboration avec des organismes de réglementation canadiens, et b) d'établir les tonnages d'uranium à attribuer par les services publics à chaque réacteur en service ou faisant l'objet d'engagements, et de conseiller sur la façon de répartir cette responsabilité intérieure entre les divers producteurs.

La Section de l'évaluation des mines des Laboratoires de recherche minière du Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie (CANMET) est principalement responsable des travaux du Sous-comité des ressources raisonnablement assurées. Le Laboratoire de métallurgie extractive de CANMET fournit les spécialistes en traitement du minerai d'uranium, et les projections de la capacité théorique de production d'uranium sont établies conjointement avec la Direction de l'information et de l'approvisionnement en ressources du Secteur de la politique minérale du Ministère. La Section de l'évaluation des ressources en uranium de la Commission géologique du Canada (CGC), une direction du Ministère, effectue des travaux associés aux activités du Sous-comité des ressources supplémentaires estimées. Les activités du Sous-comité de la coordination économique sont concentrées dans la Direction de l'énergie nucléaire et de l'uranium du Secteur des économies d'énergie et des substituts du pétrole, secteur du Ministère également chargé de coordonner l'ensemble des travaux du GERU.

ANNEXE 3

HISTORIQUE DES ÉVALUATIONS DES RESSOURCES CANADIENNES EN URANIUM

La première évaluation des ressources canadiennes en uranium a été réalisée en 1958 par la Commission géologique du Canada (CGC) pour être publiée à l'occasion de la deuxième Conférence internationale des Nations Unies sur les utilisations pacifiques de l'énergie atomique à Genève (10). Les estimations ont été données en fonction de la géologie et du tonnage mesuré, indiqué et présumé du minerai de teneur moyenne. En 1964, pour la troisième conférence tenue à Genève, une communication de la CGC a permis de classifier davantage les ressources canadiennes en fonction de leurs possiblilités d'exploitation à divers niveaux de prix (11).

En 1964, l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN), connue à l'époque sous le nom d'Agence européenne pour l'énergie nucléaire (AEEN), a créé un groupe de travail des ressources en uranium et en thorium afin de préparer une évaluation des ressources mondiales en uranium et en thorium. Les délégués canadiens au groupe de travail ont modifié le rapport présenté par la CGC à la troisième conférence de Genève pour le présenter à l'AEEN et cette adaptation a fait partie d'un rapport international publié en août 1965 (12). La portée de ces études mondiales a été étendue par la suite sous l'égide conjointe de l'AEN et de l'Agence internationale pour l'énergie atomique (AIEA) et les évaluations ont aussi examiné le statut de la production et de la demande projetée. Depuis 1973, les rapports ont été publiés régulièrement tous les deux ans (13 et 14 à 20).

Le GERU a été créé à la fin de 1974 et a achevé sa première évaluation des ressources en uranium sur la base de données relatives aux principaux gisements du Canada, au début de 1975. Ce premier rapport publié en août 1975 (21) présentait des estimations des ressources en uranium mesurées, indiquées et présumées. Cette évaluation, qui offrait l'avantage de critères de collecte et d'évaluation plus uniformes, a été jugée plus sûre que les précédentes. Entre 1975 et 1980, le Groupe de l'évaluation des ressources en uranium (GERU) a produit six autres évaluations annuelles qui ont été publiées dans la série de documents sur la Politique de l'énergie d'Énergie, Mines et Ressources Canada (EMR) (1 et 22 à 26).

Les rapports suivants ont été allongés de façon à inclure des estimations des ressources pronostiquées (à compter de 1976), les résultats des enquêtes annuelles relatives à l'activité d'exploration de l'uranium (à compter de 1978) et des estimations des ressources spéculatives (à compter de 1978 également). Les évaluations de 1979 et de 1980 du GERU ont été restructurées de façon à faire la distinction entre les possibilités d'approvisionnement à court terme et à long terme avec, en contrepoids, des résumés concernant les besoins au pays et à l'exportation. On a également inclu des statistiques sur l'emploi afin d'aider à illustrer la taille de l'industrie canadienne de l'extraction d'uranium.

En 1981, la révision des priorités à EMR a entraîné la décision de publier les résultats des évaluations des ressources du GERU deux fois par année, sous forme de rapports officiels. Toutefois, certains résultats de l'évaluation de 1981 ont été communiqués aux usagers habituels des données du GERU sous forme de fiches techniques. Certaines des données de 1981 sont reprises dans le présent rapport qui donne également les résultats de l'évaluation de 1982. Dans ces deux dernières évaluations, les estimations des ressources canadiennes en uranium ont été subdivisées en trois niveaux d'exploitabilité économique, contre deux auparavant.

ANNEXE 4

DÉFINITION DES RESSOURCES ET TERMINOLOGIE DE LA PRODUCTION

Dans son évaluation annuelle des ressources en uranium, le Groupe de l'évaluation des ressources en uranium (GERU) divise ses estimations en cinq catégories distinctes qui représentent les différents seuils de confiance accordés aux quantités mentionnées. Ces catégories sont subdivisées en trois niveaux d'exploitabilité relatifs aux prix de l'uranium en vigueur.

La terminologie et les définitions qui suivent, utilisées par le GERU, sont conformes à celles utilisées par Énergie, Mines et Ressources Canada pour l'évaluation des ressources minérales et houillères.

Un minerai est une substance naturelle contenant des minéraux, qui peut être récupérée par extraction minière et dont on peut tirer de façon rentable un ou plusieurs produits, dans des conditions précisées au moment de l'évaluation.

Les ressources mesurées se rapportent au minerai dont le tonnage est calculé en fonction des dimensions révélées par des affleurements, des tranchées, des mines ou des trous de forage et dont la teneur est définie au moyen d'un échantillonnage approprié. Les points d'inspection d'échantillonnage et de mesurage sont si rapprochés et le caractère géologique tellement bien défini qu'il est facile de bien déterminer les dimensions, la forme et la teneur en minéraux. Le tonnage et la teneur doivent s'appliquer à des minerais récupérables par exploitation minière en tenant compte de la diminution de la teneur.

Les ressources indiquées se rapportent au minerai dont le tonnage et la teneur sont calculés en partie au moyen de mesures, de données de production ou d'échantillons précis, et en partie au moyen de projections, sur une distance raisonnable, fondées sur des faits géologiques. Les ouvertures ou les affleurements disponibles pour l'inspection, le mesurage et l'échantillonnage sont trop dispersés ou disposés d'une façon qui ne permet pas de délimiter entièrement le gisement ou d'établir la teneur de tout le minerai qu'il renferme.

Les ressources présumées se rapportent au minerai dont l'évaluation quantitative est fondée en grande partie sur une connaissance générale des caractéristiques géologiques du gisement, et pour lequel on dispose, lorsqu'il y en a, de peu d'échantillons et de mesures. On suppose l'existence d'une continuité ou d'une répétition, en se fondant sur des faits géologiques, et notamment sur la comparaison d'un gisement avec des gisements de types semblables. Cette catégorie peut aussi englober les gisements entièrement masqués, mais dont l'existence peut être géologiquement établie. En évaluant les ressources présumées en minerai, il faut circonscrire avec précision les zones dans lesquelles peut se trouver ce minerai. Les limites de cette zone varient en fonction des caractéristiques et de la connaissance que l'on possède des gisements de minerai.

Les ressources pronostiquées se rapportent aux tonnages estimés au-delà des limites précises établies pour les ressources présumées en minerai. Elles peuvent comprendre les tonnages de parties de gisements déterminés ou de gisements périphériques masqués, dont on peut supposer l'existence le long des axes préférentiels bien établis associés à des gisements connus. Les attributs des ressources pronostiquées sont calculés, en règle générale, par extrapolation de gisements déterminés ou par quantification de données géologiques.

Les ressources spéculatives se rapportent aux tonnages estimés dans des gisements que l'on croit exister en se

basant sur des données indirectes et des extrapolations géologiques dans des zones non explorées ou dans des zones présentant des indices. Ces ressources se comparent géologiquement aux ressources de gisements connus exploitables à des prix inférieurs aux niveaux donnés.

Les réserves se rapportent seulement aux ressources indiquées ou mesurées qui pourraient être exploitées aux prix du marché mondial, tel qu'établi au moment de l'évaluation (égal à la case 1A de la figure A-1), à moins qu'un autre prix ne soit mentionné.

Sauf avis contraire, les estimations de ressources se rapportent à la **quantité d'uranium contenu dans le minerai exploitable à des prix donnés** (c'est-à-dire le minerai récupérable par exploitation minière en tenant compte de la diminution de la teneur du minerai). Bien que les pertes dues à la préparation mécanique aient été prises en considération dans l'évaluation des teneurs du minerai économiquement exploitable à des prix donnés (c'est-à-dire les prix de concentrés d'uranium), elles ne sont habituellement pas appliquées aux minerais exploitables. Bien que le taux de récupération de l'uranium à partir du minerai actuellement exploité soit d'environ 93 %, il est probable qu'il baisse sensiblement si l'on devait exploiter des minerais à plus faible teneur. Si c'est le cas, la différence entre les ressources exploitables (teneur en uranium du minerai) et l'uranium récupérable (uranium récupérable à partir du minerai) deviendra de plus en plus importante.

Pour des besoins d'ordre national et international, les estimations canadiennes sont souvent données en fonction de définitions internationales des ressources en uranium utilisées par le groupe de travail conjoint AEN/AIEA* sur les ressources en uranium. Les expressions **ressources raisonnablement assurées et ressources supplémentaires estimées** et leurs définitions ont été formulées pour la première fois en 1964, et elles ont continué d'être utilisées, avec des changements mineurs, dans les évaluations périodiques de l'AEN/AIEA de l'offre mondiale d'uranium. Il est intéressant de noter qu'en 1975, l'AEN/AIEA a modifié ses définitions des ressources en parlant de coût au lieu de prix, alors que le Canada a conservé la classification en fonction des prix**.

L'expression "ressources spéculatives" a été créée en 1978 par l'AEN/AIEA par suite de la constatation que les évaluations ne portant que sur les RRA et les RSE ne constituaient qu'une appréciation incomplète des ressources mondiales en uranium (5, 6). Récemment, soit vers la fin de 1982, l'AEN/AIEA a redéfini la catégorie des RSE afin d'établir une distinction entre les ressources supplémentaires "découvertes" et "non découvertes" qui sont censées se trouver en association avec des gisements connus (2). Ces deux types de ressources ont été appelés respectivement Ressources supplémentaires estimées – catégorie I (RSE-I) et Ressources supplémentaires estimées – catégorie II (RSE-II).

---

* AEN: Agence pour l'énergie nucléaire de l'Organisation de coopération et de développement économiques.
AIEA: Agence internationale de l'énergie atomique.

** À des fins de comparaison internationale, le Canada aligne ses trois catégories de prix sur les trois catégories de coûts de l'AEN/AIEA, de la plus faible à la plus élevée, c'est-à-dire que les trois catégories de coûts/prix sont illustrées en blocs identifiés par A, B et C, respectivement dans la figure A-1.

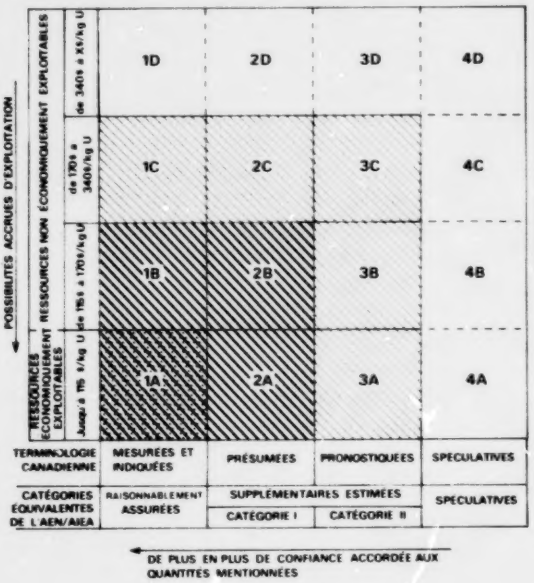
Les définitions des ressources de l'AEN/AIEA, telles que publiées par le groupe de travail dans sa plus récente évaluation mondiale en décembre 1979, sont données ci-dessous. Leur relation avec les définitions utilisées dans l'évaluation annuelle des ressources en uranium du Ministère apparaît à la figure A-1.

Par Ressources Raisonnablement Assurées (RRA), on entend l'uranium qui se trouve dans des gisements de minerais connus, dont l'étendue, la teneur et la configuration sont telles qu'on pourrait, dans les limites de coûts à la production donnés, le récupérer grâce aux techniques d'extraction et de traitement actuellement éprouvées. Les estimations de tonnage et de teneur sont fondées sur des données résultant d'échantillonnages spécifiques et sur une délimitation précise des dimensions des gisements, ainsi que sur la connaissance des caractéristiques de ces derniers. L'existence des Ressources Raisonnablement Assurées présente un haut degré de certitude et, dans la tranche des coûts inférieurs à 80 $/kg U, elles sont considérées comme des réserves aux fins de ce rapport.

Par Ressources Supplémentaires Estimées – catégorie I (RSE-I), on entend les quantités d'uranium s'ajoutant aux RRA, dont on suppose la présence en se fondant surtout sur des données géologiques directes, dans des prolongements de gisements bien explorés et des gisements dans lesquels la continuité géologique a été établie, mais pour lesquels des données et des mesures spécifiques de ces gisements, ainsi que la connaissance des caractéristiques du gisement, sont considérées comme insuffisantes pour classer ces ressources en tant que RRA. Il est possible de délimiter de tels gisements, dont l'uranium pourra ultérieurement être récupéré, l'ensemble de ces opérations entrant dans les tranches de coûts indiqués. Les estimations du tonnage et de la teneur se fondent sur l'échantillonnage disponible ainsi que sur la connaissance que l'on a des caractéristiques du gisement telles qu'elles ont été déterminées dans les parties les mieux connues de ce dernier ou dans des gisements analogues. Les estimations relatives à cette catégorie sont moins fiables que celles qui concernent les RRA.

Figure A-1.

Mode de classification des ressources en uranium récupérable (Énergie, Mines et Ressources Canada).



Par Ressources Supplémentaires Estimées – catégorie II, on entend les quantités d'uranium s'ajoutant aux RSE-I dont on suppose la présence dans des gisements que l'on estime exister dans des formations ayant des caractéristiques géologiques bien définies ou dans des zones de minéralisation comportant des gisements connus. Il est possible de localiser et de délimiter de tels gisements dont l'uranium pourra ultérieurement être récupéré, l'ensemble de ces opérations entrant dans les tranches de coûts indiquées. Les estimations du tonnage et de la teneur se fondent principalement sur la connaissance que l'on a des caractéristiques de gisements connus dans les formations ou zones respectives, ainsi que sur l'échantillonnage ou les données géologiques, géophysiques ou géochimiques pouvant être disponibles. Les estimations relatives à cette catégorie sont moins fiables que celles qui concernent les RSE-I.

Par Ressources spéculatives (RS), on entend les quantités d'uranium venant s'ajouter aux Ressources Supplémentaires Estimées –catégorie II, dont on présume l'existence principalement sur la base d'indications indirectes et d'extrapolations géologiques dans des gisements susceptibles d'être découverts à l'aide des techniques de prospection existantes. Il ne serait en général possible de spécifier la localisation des gisements pouvant entrer dans cette catégorie que comme se trouvant dans une région déterminée ou dans une formation géologique donnée. Comme ce terme le sous-entend, l'existence et l'importance de telles ressources sont éminemment spéculatives.

L'AEN/AIEA souligne que les distinctions entre les quatre catégories de ressources (RRA, RSE-I, RSE-II et RS) sont établies sur des niveaux différents d'information géologique; aussi est-il essentiel de considérer chaque catégorie de ressources comme une entité distincte. Il faut donc manier avec une grande prudence les estimations des ressources (par exemple ne pas effectuer la somme des estimations des quatre catégories pour obtenir les ressources totales).

Afin que ses estimations soient comparables à celles de l'AEN/AIEA, le GERU a produit des estimations dans les catégories RRA et RSE-I qui ont été rajustées en fonction des pertes prévues en cours de traitement (c'est-à-dire l'U récupérable du minerai au lieu de l'U contenu dans le minerai exploitable). Dans le présent rapport, ces estimations sont présentées séparément avec les explications pertinentes.

Vu que l'on accorde une plus grande importance aux projections de la capacité théorique de production pour illustrer le potentiel des approvisionnements en uranium, il est devenu nécessaire de fixer la terminologie utilisée dans ces prévisions. Dans sa dernière évaluation des approvisionnements mondiaux en uranium, l'AEN/AIEA a introduit les termes mentionnés ci-dessous, lesquels sont également employés dans le présent rapport.

Par CENTRE DE PRODUCTION au sens de ce rapport, on entend une unité de production composée d'une ou de plusieurs installations de traitement du minerai, d'une ou de plusieurs mines connexes et les ressources qui l'alimentent. Afin de décrire les centres de production, ceux-ci sont divisés en quatre catégories, à savoir:

(i) Les centres de production EXISTANTS sont ceux actuellement en état de fonctionner et comprennent les installations qui sont fermées mais pourraient être facilement remises en service.

(ii) Les centres de production COMMANDÉS sont ceux qui sont en construction ou dont la construction fait l'objet de commandes fermes.

(iii) Les centres de production PRÉVUS sont ceux qui sont prévus, sur la base d'études de faisabilité achevées ou en cours, mais pour la construction desquels aucune commande n'a encore été passée. Cette catégorie comprend également les installations fermées dont la remise en service exigerait des dépenses notables.

(iv) Les centres de production ENVISAGÉS sont ceux qui pourraient être alimentés par des RRA et des RSE-I, c'est-à-dire des "ressources connues", mais pour la construction desquels aucun plan n'a encore été établi.

L'expression CAPACITÉ DE PRODUCTION désigne le niveau de production nominal fondé sur la conception de l'usine et des installations au cours d'une période prolongée dans des conditions normales d'exploitation commerciale.

L'expression CAPACITÉ THÉORIQUE DE PRODUCTION se rapporte à une estimation du taux de production qui pourrait être atteint dans la pratique et de façon réaliste, moyennant des circonstances favorables, à partir de l'usine et des installations dans n'importe lequel des centres de production décrits ci-dessus, compte tenu de la nature des ressources qui les alimentent. (Habituellement, les prévisions de la capacité théorique de production sont uniquement fondées sur les RRA et les RSE-I).

RÉFÉRENCES

(1) L'uranium au Canada: Évaluation en 1980 de l'offre et des besoins, Énergie, Mines et Ressources Canada, Rapport EP 81-3 (septembre 1981).

(2) AEN/AIEA, Uranium – Ressources, production et demande, OCDE, Paris (décembre 1983 – sous presse).

(3) Whilians, R.T. Uranium (compte rendu de l'industrie de l'uranium au Canada en 1982), Canadian Mining Journal (février 1983).

(4) AIEA, Evaluation of Uranium Resources, procès-verbal d'une réunion du Groupe consultatif, Rome, du 29 novembre au 3 décembre 1976 (1979).

(5) AEN/AIEA, World Uranium Potential – An International Evaluation, OCDE, Paris (décembre 1978).

(6) AEN/AIEA, World Uranium – Geology and Resource Potential, Rapport sur la première phase du Projet international d'évaluation des ressources en uranium (PIERU), publié au nom de l'OCDE par Miller Freeman Publications, Inc., San Francisco (1980).

(7) Ruzicka, V. Estimation of Undiscovered Uranium Resources in Canada, dans Uranium Resource Evaluation, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Rapport ER 77-1 (1977), pp. 39-56.

(8) Monitoring Canada's Uranium Supply, Énergie, Mines et Ressources Canada, Rapport ER 80-5E (février 1980).

(9) OCDE, Summary of Nuclear Power and Fuel Cycle Data in OECD member countries, OCDE, Paris (mars 1983).

(10) Griffith, J.W., Lang A.H., Robinson, S.C., Roscoe, S.M., et Steacy, H.R. Types and Ore Reserves of Canadian Radioactive Deposits. Paper 221. Procès-verbal de la deuxième Conférence internationale des Nations Unies sur les utilisations pacifiques de l'énergie atomique, Genève (1958).

(11) Griffith, J.W., et Roscoe, S.M., Canadian Resources of Uranium and Thorium. Paper 24. Procès-verbal de la troisième Conférence internationale des Nations Unies sur les utilisations pacifiques de l'énergie atomique, Genève (1964).

(12) AEEN, World Uranium and Thorium Resources, OCDE, Paris (août 1965).

(13) AEN/AIEA, Uranium – Ressources, production et demande, OCDE, Paris (décembre 1979).

(14) AEEN/AIEA, Uranium Resources, Revised Estimates, OCDE, Paris (décembre 1967).

(15) AEEN/AIEA, Uranium – Production and Short Term Demand, OCDE, Paris (janvier 1969).

(16) AEEN/AIEA, Uranium – Ressources, production et demande, OCDE, Paris (septembre 1970).

(17) AEN/AIEA, Uranium – Ressources, production et demande, OCDE, Paris (août 1973).

(18) AEN/AIEA, Uranium – Ressources, production et demande, OCDE Paris (décembre 1975).

(19) AEN/AIEA, Uranium – Ressources, production et demande, OCDE, Paris (décembre 1977).

(20) AEN/AIEA, Uranium – Ressources, production et demande, OCDE, Paris (février 1982).

(21) L'évaluation en 1974 de l'offre et de la demande sur le marché canadien de l'uranium, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa (août 1975).

(22) L'évaluation en 1975 de l'offre et de la demande sur le marché canadien de l'uranium, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa (juin 1976).

(23) L'évaluation en 1976 de l'offre et de la demande sur le marché canadien de l'uranium, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa, Rapport EP 77-3F (juin 1977).

(24) L'évaluation en 1977 de l'offre et de la demande sur le marché canadien de l'uranium, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa, Rapport EP 78-3F (juin 1978).

(25) L'évaluation en 1978 de l'offre et de la demande sur le marché canadien de l'uranium, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Rapport EP 79-3F (juin 1979).

(26) L'uranium au Canada: Évaluation en 1979 de l'offre et des besoins, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Rapport EP 80-3 (septembre 1980).

BIBLIOGRAPHIE

Les documents mentionnés ci-dessous, bien qu'ils ne fassent pas l'objet de renvois dans le rapport, sont une importante source de renseignements supplémentaires sur les ressources en uranium, leur exploration et leur production au Canada.

AEN/AIEA, URANIUM EXPLORATION METHODS
Étude du programme de R-D de l'AEN/AIEA, Actes d'un colloque, OCDE, Paris, 1982

AEN/AIEA, URANIUM EXTRACTION TECHNOLOGY
Pratique actuelle et nouveaux procédés dans le domaine du traitement du minerai, OCDE, Paris, 1983

AIEA, URANIUM EXPLORATION CASE HISTORIES
Compte rendu d'une réunion d'un groupe consultatif de l'AIEA (organisée conjointement par l'AIEA et l'AEN), AIEA, Vienne, 1981.

Aspin, N., Williams, R.M., et Dakers, R.G.: CANADA'S URANIUM FUTURE, BASED ON FORTY YEARS OF DEVELOPMENT: document AIEA-CN-42-142, volume 3 des Actes d'une conférence internationale sur les antécédents de l'énergie nucléaire, Vienne, 1983. (Publié séparément par l'Énergie Atomique du Canada, Limitée, n° EACL-7765, septembre 1982).

Cameron, E.M., éditeur, 1983 (sous presse): URANIUM EXPLORATION IN THE ATHA3ASCA BASIN, SASKATCHEWAN CANADA, Commission géologique du Canada, étude 82-11.

Nota: Les documents de l'OCDE et de l'AIEA sont distribués au Canada par:

La Librairie Renouf Limitée
2182, rue Sainte-Catherine ouest
Montréal (Québec) H3H 1M7
Tél.: (514) 937-3519

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1984
N° de cat. M23-12/83-3F
ISBN 0-662-92523-8